



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10142065 A**

(43) Date of publication of application: 29 . 05 . 98

(51) Int. Cl.

**G01J 5/48**

H04N 5/33

(21) Application number: 08293787

(71) Applicant: **mitsubishi electric corp**

(22) Date of filing: 06 . 11 . 96

(72) Inventor: **AMANO TOSHIYUKI**

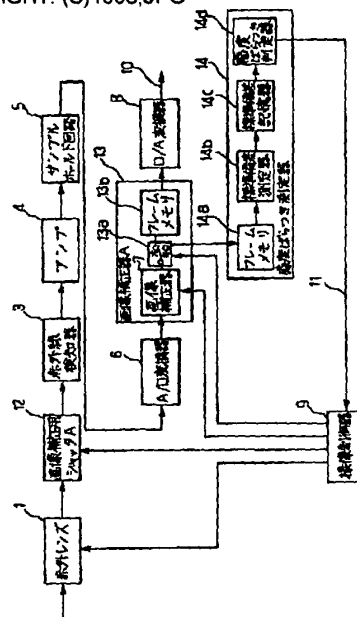
**(54) INFRARED IMAGE PICKUP DEVICE AND  
PICTURE CORRECTING METHOD**

COPYRIGHT: (C)1998.JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain an infrared image pickup device which can output images having stable qualities even when the device is operated by different users having different degrees of skillness, can automatically generate calibrating timing so as to reduce the burden of the users, and can make automatic calibration.

**SOLUTION:** When an infrared image pickup device is provided with an infrared lens 1, an infrared detector 3 having a twodimensional infrared detecting element, an amplifier 4, a sample hold circuit 5, an A/D converter 6, a D/A converter 8, an image pickup controller 9, a shutter A12 for image correction, an image corrector A13, and a sensitivity fluctuation measuring instrument 14, the measuring instrument 14 measures the sensitivity fluctuation of the device by finding the average deviation of luminance from the image data obtained while the shutter A12 is closed for a preset period of time. The controller 9 outputs a calibration command by discriminating the degree of the sensitivity fluctuation from the measured fluctuation.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-142065

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月29日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

G 0 1 J 5/48

G 0 1 J 5/48

E

H 0 4 N 5/33

H 0 4 N 5/33

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願平8-293787

(22) 出願日 平成8年(1996)11月6日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 天野 敏行

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

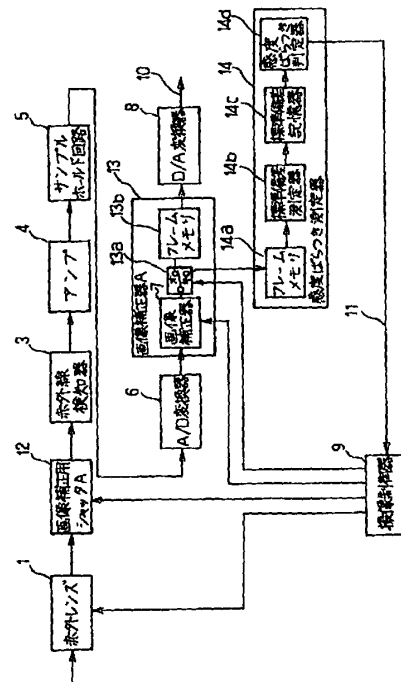
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外3名)

(54) 【発明の名称】 赤外線撮像装置および画像補正方法

(57) 【要約】

【課題】 どのような練度の使用者が使用しても出力する画像品質が安定し、またキャリブレーション操作が使用者の負担にならないよう、キャリブレーションを行うタイミングを自動生成し、自動でキャリブレーションを行う赤外線撮像装置を得る。

【解決手段】 赤外レンズ1、二次元赤外線検知素子を持つ赤外線検知器3、アンプ4、サンプルホールド回路5、A/D変換器6、D/A変換器8、撮像制御器9、画像補正用シャッタA12、画像補正器A13と、感度ばらつき測定器14を具備し、あらかじめ設定された時間画像補正用シャッタA12が閉じている間の画像データから、感度ばらつき測定器14が輝度の偏差の平均値を求めて感度ばらつきを測定することによりばらつき具合を判定し、撮像制御器9がキャリブレーション指令を出力する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 目標物体から放射される赤外光を集光し結像するための赤外レンズと、上記赤外レンズの結像した赤外光の像を赤外線検知素子により光電変換する赤外線検知器と、上記赤外線検知器の出力信号を画像信号に変換する変換回路と、上記画像信号を信号処理し上記赤外線検知素子のばらつきを補正する補正回路とから構成される赤外線撮像装置において、赤外光を遮断する遮断手段と、あらかじめ設定された時間間隔で第一の遮断指令を上記遮断手段に発生する手段、キャリブレーションの要求信号を受けてからキャリブレーション指令を上記補正回路に発生し、かつ第二の遮断指令を上記遮断手段に発生する手段とを有する制御手段と、上記遮断手段により赤外光が遮断されている間に上記補正回路で信号処理された上記画像信号から各画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を求めて感度ばらつきを測定する感度ばらつき測定手段と、上記輝度の偏差の平均値が一つ前に行われたキャリブレーションで測定された上記輝度の偏差の平均値とあらかじめ設定された値との積、又は和より大きいときに上記キャリブレーションの要求信号を上記制御手段に発生する感度ばらつき判定手段とを備えたことを特徴とする赤外線撮像装置。

【請求項2】 目標物体から放射される赤外光を集光し結像するための赤外レンズと、上記赤外レンズの結像した赤外光の像を赤外線検知素子により光電変換する赤外線検知器と、上記赤外線検知器の出力信号を画像信号に変換する変換回路と、上記画像信号を信号処理し上記赤外線検知素子の出力のばらつきを補正する補正回路とから構成される赤外線撮像装置において、上記赤外レンズにより集光される前の赤外光を遮断する第一の遮断手段と、上記赤外レンズにより集光された赤外光を遮断する第二の遮断手段と、上記第一の遮断手段により赤外光が遮断されている間に上記補正回路で信号処理された上記画像信号から幾つかの画素から成る領域ごとの輝度の平均値の分布を求めてシェーディング量を測定するシェーディング測定手段と、上記シェーディング測定手段で測定される上記輝度の平均値の分布の幅が一つ前に行われたキャリブレーションで測定された上記輝度の平均値の分布の幅とあらかじめ設定された幅との積、又は和より大きいときに第一のキャリブレーションの要求信号を発生するシェーディング判定手段と、上記第二の遮断手段により赤外光が遮断されている間に上記補正回路で信号処理された画像信号から画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を得て感度ばらつきを測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段で測定される上記輝度の偏差の平均値が一つ前に行われたキャリブレーションで測定された上記輝度の偏差の平均値とあらかじめ設定された値との積、又は和より大きいときに第二のキャリブレーションの要求信号を発生する感度ばらつき判定手段と、上記第一の遮断手段と上記第二の遮断手段に交

互に第一、第二の遮断指令を発生し、かつ上記第一の遮断手段と上記第二の遮断手段による赤外光遮断時間を指定する手段、上記シェーディング判定手段から出力される上記第一のキャリブレーションの要求信号を受けて上記補正回路に第一のキャリブレーション指令を発生し、かつ上記第一の遮断手段に第三の遮断指令を発生する手段、上記感度ばらつき判定手段から出力される上記第二のキャリブレーションの要求信号を受けて上記補正回路に第二のキャリブレーション指令を発生し、かつ上記第二の遮断手段に第四の遮断指令を発生する手段から成る制御手段とを備えたことを特徴とする赤外線撮像装置。

【請求項3】 目標物体から放射される赤外光を集光し結像する機能とピントを調整する機能を有する赤外レンズと、上記赤外レンズの結像した赤外光の像を赤外線検知素子により光電変換する赤外線検知器と、上記赤外線検知器の出力信号を画像信号に変換する変換回路と、上記画像信号を信号処理し上記赤外線検知素子の出力のばらつきを補正する補正回路とから構成される赤外線撮像装置の画像補正方法において、上記赤外レンズにより集光される前の赤外光を遮断する第一の遮断手段と、上記赤外レンズにより集光された赤外光を遮断する第二の遮断手段と、赤外光が遮断されている間に上記補正回路で補正された上記画像信号から幾つかの画素から成る領域ごとの輝度の平均値の分布を求めてシェーディング量を測定するシェーディング測定手段と、上記シェーディング測定手段で測定される上記輝度の平均値の分布の幅が一つ前に行われたキャリブレーションで測定された上記輝度の平均値の分布の幅とあらかじめ設定された幅との積、又は和より大きいときに第一のキャリブレーションの要求信号を発生するシェーディング判定手段と、赤外光が遮断されている間に上記補正回路で補正された画像信号から画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を得て感度ばらつきを測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段で測定される上記輝度の偏差の平均値が一つ前に行われたキャリブレーションで測定された上記輝度の偏差の平均値とあらかじめ設定された値との積、又は和より大きいときに第二のキャリブレーションの要求信号を発生する感度ばらつき判定手段と、上記第一の遮断手段、上記第二の遮断手段、上記補正回路及び上記赤外レンズに第一の遮断指令、第二の遮断指令、キャリブレーションの指令及びデフォーカス指令を出力する制御手段とを備え、上記制御手段は、上記シェーディング判定手段、又は上記感度ばらつき判定手段から上記第一、第二のキャリブレーションの要求信号が発生されたとき、次の手順により画像を補正する赤外線撮像装置の画像補正方法

(1) 上記第一の遮断手段と上記第二の遮断手段を開放し、上記赤外レンズをデフォーカスにした状態で上記補正回路の第一のキャリブレーションを実施させる手順

(2) 上記第一のキャリブレーション終了後、上記第一

の遮断手段が遮断された状態で補正された画像信号から上記輝度の平均値の分布の幅と、上記輝度の偏差の平均値を測定させる手順

(3) 上記手順(2)で測定された上記輝度の平均値の分布の幅があらかじめ設定された幅より大きいとき、又は上記輝度の偏差の平均値があらかじめ設定された値より大きいときに上記補正回路において第二のキャリブレーションを実施させる手順

(4) 上記第二のキャリブレーション終了後、補正された画像信号から上記輝度の偏差の平均値を測定させる手順

(5) 上記手順(4)で測定された上記輝度の偏差の平均値があらかじめ設定された値より大きいとき、上記補正回路において第三のキャリブレーションを実施させる手順。

【請求項4】 上記感度ばらつき測定手段により測定された上記輝度の偏差の平均値から、時間に対する上記輝度の偏差の平均値の変化の傾きを測定する手段、上記変化の傾きにキャリブレーション後の経過時間をかけて輝度の偏差の平均値の増加量を推測し、上記増加量が一つ前に実施されたキャリブレーション終了時の上記輝度の偏差の平均値とあらかじめ設定された値との積、又は和より大きいときに上記キャリブレーションの要求信号を上記制御手段に発生する手段から成る感度ばらつき変化測定手段を具備したことを特徴とする請求項1記載の赤外線撮像装置。

【請求項5】 上記シェーディング測定手段により測定された上記輝度の平均値の分布の幅から、時間に対する上記輝度の平均値の分布の幅の変化の傾きを測定する手段、上記分布の幅の変化の傾きにキャリブレーション後の経過時間をかけて輝度の平均値の分布の幅の増加量を推測し、上記分布の幅の増加量が一つ前に実施されたキャリブレーション終了時の上記輝度の平均値の分布の幅とあらかじめ設定された幅との積、又は和より大きいとき、上記第一のキャリブレーションの要求信号を上記制御手段に発生する手段から成るシェーディング変化測定手段と、上記感度ばらつき測定手段によりあらかじめ設定された時間に測定された上記輝度の偏差の平均値から、時間に対する上記輝度の偏差の平均値の変化の傾きを測定する手段、上記偏差の平均値の変化の傾きにキャリブレーション後の経過時間をかけて輝度の偏差の平均値の増加量を推測し、上記偏差の平均値の増加量が一つ前に実施されたキャリブレーション終了時の上記輝度の偏差の平均値とあらかじめ設定された値との積、又は和より大きいとき、上記キャリブレーションの要求信号を上記制御手段に発生する手段から成る感度ばらつき変化測定手段とを具備したことを特徴とする請求項2記載の赤外線撮像装置。

【請求項6】 目標物体から放射される赤外光を集光し結像するための赤外レンズと、上記赤外レンズの結像し

た赤外光の像を赤外線検知素子により光電変換する赤外線検知器と、上記赤外線検知器の出力信号を画像信号に変換する変換回路と、上記画像信号を信号処理し赤外線検知素子の出力のばらつきを補正する補正回路とから構成される赤外線撮像装置において、赤外光を遮断する遮断手段と、上記遮断手段により赤外光が遮断されている間に上記補正回路で信号処理された上記画像信号から画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を得て感度ばらつきを測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段により測定された上記輝度の偏差の平均値から、時間に対する上記輝度の偏差の平均値の変化の傾きを測定する手段、上記偏差の変化の傾きにキャリブレーション後の経過時間をかけて輝度の偏差の平均値の増加量を推測し、上記増加量が一つ前に実施されたキャリブレーション終了時の上記輝度の偏差の平均値とあらかじめ設定された値との積、又は和より大きいときにキャリブレーションの要求信号を発生する手段から成る感度ばらつき変化測定手段と、上記遮断手段が開放された状態で上記補正回路で信号処理された上記画像信号から幾つかの画素から成る領域ごとの輝度の平均値を求めてシェーディング量を測定するシェーディング測定手段と、上記シェーディング測定手段で測定される上記輝度の平均値から、時間に対する上記輝度の平均値の変化の傾きを測定するシェーディング変化測定手段と、上記シェーディング変化測定手段から得られる上記輝度の平均値の傾きにキャリブレーション後の経過時間をかけて上記各領域ごとの輝度の平均値の増加量を求め、画面内における上記各領域の画面中心からの距離に対応した上記輝度の平均値の増加量を示す近似曲線を求め、上記近似曲線に沿った上記輝度の平均値の増加量を打ち消すように上記補正回路におけるシェーディングの補正量を定める補正量設定手段と、上記遮断手段に上記遮断指令を発生手段、上記感度ばらつき変化測定手段から出力される上記キャリブレーション要求信号を受けて上記補正回路にキャリブレーション指令を発生する手段とを有する制御手段とを備えたことを特徴とする赤外線撮像装置。

【請求項7】 目標物体から放射される赤外光を集光し結像するための赤外レンズと、上記赤外レンズの結像した赤外光の像を赤外線検知素子により光電変換する赤外線検知器と、上記赤外線検知器の出力信号を信号処理し赤外線検知素子の出力のばらつきを補正する補正回路とから構成される赤外線撮像装置において、赤外光を遮断する遮断手段と、赤外光が遮断されている間に上記補正回路で信号処理された上記画像信号から画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を得て感度ばらつきを測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段により測定された上記輝度の偏差の平均値から、時間に対する上記輝度の偏差の平均値の変化の傾きを測定する手段、上記偏差の変化の傾きにキャリブレーション後の経過時間をかけて輝度の偏差の平均値の増加量を推測し、

上記増加量が一つ前に実施されたキャリブレーション終了時の上記輝度の偏差の平均値とあらかじめ設定された値との積、又は和より大きいときにキャリブレーションの要求信号を出力する手段から成る感度ばらつき変化測定手段と、上記赤外レンズの温度を測定する温度測定手段と、上記温度測定手段により測定された一つ前に実施されたキャリブレーション終了時点の温度と現時点の温度との温度差を算出する温度変化測定手段と、上記温度変化測定手段の測定した上記温度差に対応したシェーディングの補正量を、あらかじめ記憶された温度差と画面内における画素の位置に対する輝度の増加量の関係を示すデータに基づいて出力する補正量設定手段と、上記遮断手段に上記遮断指令を発生する手段、上記感度ばらつき変化測定手段から出力される上記キャリブレーション要求信号を受けて上記補正回路にキャリブレーション指令を出力する手段とを有する制御手段とを備えたことを特徴とする赤外線撮像装置。

【請求項8】 上記補正回路の出力する画像信号を記憶する記憶手段、上記第一の遮断手段により赤外光が遮断されている間は上記記憶手段から1フレーム前の画像信号を出力する記憶出力手段とを備えたことを特徴とする請求項1、4、6、7いずれか記載の赤外線撮像装置。

【請求項9】 上記補正回路の出力する画像信号を記憶する記憶手段、上記第一、第二の遮断手段により赤外光が遮断されている間は上記記憶手段から1フレーム前の画像信号を出力する手段から成る記憶出力手段とを備えたことを特徴とする請求項2、3、5いずれか記載の赤外線撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、対象物から放射される赤外光を集光し、光電変換した後、映像信号として出力する赤外線撮像装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 一般に、従来の赤外線撮像装置は、航空機、車両、艦船などに搭載されて、夜間監視に用途に使われている。

【0003】 図8は従来のこの種の赤外線撮像装置の一例の構成図であり、1は赤外レンズ、2は画像補正用シャッタ、3は二次元赤外線検知素子を持つ赤外線検知器、4はアンプ、5はサンプルホールド回路、6はA/D変換器、7は画像補正器、8はD/A変換器、9は撮像制御器、10は出力映像信号、11は画像補正指令信号である。

【0004】 次に動作について説明する。目標物体の撮像動作として、赤外レンズ1は目標物体及びその背景から放射される赤外光を集光し、赤外線検知器3上に赤外像を結像する。赤外線検知器3には検知画素が二次元的に配列されており、各検知画素は結像された赤外像の一部を光電変換する。アンプ4は各検知画素の発生する断

続信号を増幅し、サンプルホールド回路5はアンプ4から出力される断続信号を連続した走査信号に変換する。その信号はさらに画像補正処理しやすいようにA/D変換器6によりデジタル信号（以下画像データという）に変換された後、画像補正器7により画素ごとに出力される輝度の補正（以下画像補正という）をかけられ、さらに、D/A変換器8により出力映像信号10に変換され外部へ出力される。撮像制御部9は、赤外レンズ1へピントの調整指令や、画像補正器7へペダスタルレベルやゲインの調整指令等を、外部からの指令に基づき出力することで撮像装置全系の制御を行う。画像補正用シャッタ2は、外部から画像補正指令信号11が入力された際に、赤外レンズ1と赤外線検知器3の間の赤外線光路に機械的に挿入されることで、赤外レンズ1が集光する赤外光を遮ると同時に、画像補正器7が画像補正のための補正データ（以下画像補正データという）を設定（以下キャリブレーションという）できるような均一な赤外光を、赤外線検知器3上に放射するために使用される。

【0005】 次に、画像補正に関する以下の二つの基本的な考えを説明する。第一に通常、赤外線検知器3に使用されているような二次元赤外線検知素子の検知画素の出力の大きさは、各々の検知画素の微妙な特性の違いにより、同じ温度の物体を撮像した場合でも、ほんの少しばらつく。このばらつきは、感度ばらつきと呼ばれ、表示画像のノイズの原因となる他、遠距離のため画面内の像が小さい目標を追跡する場合、ばらつきによって目標の認識が難しくなり見失うことがあるため、取り除く必要がある。感度ばらつきの画像補正データを設定する動作（以下感度キャリブレーションという。）と感度キャリブレーション後の感度ばらつきの画像補正（以下感度補正という。）について示したのが図9である。図中、27はある画素aの出力特性のラインa、28はそれとは別の画素bの出力特性のラインb、29は温度Aで補正をかけた画素aの出力特性ラインa a、30は温度Aで補正をかけた画素bの出力特性ラインb b、31は補正によりそろえられる各画素の出力ラインcである。通常、ラインc 31には全検知画素出力特性の平均等が使用される。画像補正器7は各々の画素の出力をラインc 31の傾きに合わせるための画素対応の温度の関数として、ラインa 27及びラインb 28など各検知画素出力特性データの傾きを、あらかじめ内部のメモリに保持している。画像補正器7は、例えば温度Aで補正をかける場合、まず補正がかけられた温度Aで各画素の出力をラインc 31に一致させるように、ラインa 27の出力カイ及びラインb 28の出力カウに等に相当する全検知画素出力の平均値をラインc 31のエに一致させるようにラインa 27とラインb 28から所要の温度に依然しない一定値を加算もしくは減算してラインa a 29及びラインb b 30を算出する。次にこのラインa a 29とラインb b 30をメモリに保持されている各画素ごとの関数に

かけて各画素の出力を補正出力ラインc31にのせるよう操作し、上記一定値を上記メモリに画像補正データとして記憶する。この際、各々の画素への入力がある温度でないと、補正ラインc31にのせるための加算や減算がうまく行かず、補正むらができてしまう。画像補正用シャッタ2は感度キャリブレーション時に、赤外線的光路を遮り画像補正用シャッタ2自身の温度を赤外線検知器3に放射することで、各画素の検知する温度を一定にするために使用される。画像補正器7は画像補正用シャッタ2により赤外線検知器3に均一な温度の赤外線が放射される状態において、むらのない画像補正が可能になる。また、感度キャリブレーション終了後、画像補正器7は、上記メモリに記憶された上記画像補正データと上記各画素ごとの関数により各画素ごとに出力される輝度の補正をかけることによって感度補正を行っていく。

【0006】上記が、二次元赤外線検知素子の感度補正による画像補正の基本的な考え方である。第二に、実際の赤外線撮像装置では、赤外レンズ1の結像能力によって、像の中心部と端の部分で集められるエネルギーの差が表示画像上に現れることがある。図10は目標の発する光をレンズを通し集光する様子を簡単に示した図である。32はレンズの正面に置かれた目標A、33は斜め前に置かれた目標B、34はレンズ、35は結像面、36は目標Aから発する光束AA、37は目標Bから発する光束BBである。今、目標A32と目標B33は同じ大きさ、同じ温度でありレンズ34との位置関係のみが図10に示すとおり異なっているとすると、この場合、光束AA36に比べ光束BB37はレンズ34に入射する幅が狭く、一定の温度面を撮像しているのにもかかわらず結像面35でのエネルギー量は均一にならない。図11にはこのようなエネルギーの不均一が実際にどのような画像に見えるかのディスプレイ上の中間値画像の一例を示してある。今、目標A32は目標B33と温度が同じなので、上記のようなエネルギーの不均一がなければ、同じ明るさに写るはずである。しかしながら画面上では、エネルギーの不均一の影響で目標A32のほうが明るく、目標B33のほうが暗く写る。実際の赤外線撮像装置におけるこのようなエネルギーの不均一の原因としては、このほかにもレンズや他の光学系要素自体から発する赤外光などもあげられ、通常それらを全て含めてレンズシェーディングと呼ぶ（以下シェーディングという。）。従来の赤外線撮像装置では、このようなシェーディングを補正しようとした場合、比較的溫度が均一と思われるもの（例えば「空」など）に視軸を向け、レンズのピントをぼかした状態で、かつ補正用のシャッタを閉じずにキャリブレーションを行う方法がある。これは、上記感度キャリブレーション時にピントをぼかした状態のシェーディングによる検知画素の出力の不均一も含めて出力ラインc31からの差分を測定することで、出力ラインc31にのせるために加算もしくは減算され

る感度補正用の画像補正データに上記差分を含めるためである。また、ピントをずらすのは、ピントがあった状態では赤外線検知器3上に結像された赤外像が画像補正むらの原因になるためである。この画像補正データを設定する動作をデフォーカスキャリブレーションというが、この他にシェーディングを補正するキャリブレーション方法としてレンズの前にシャッタを配置して行う方法があるが、シャッタと赤外線検知器3との間で温度差があると、これも補正むらの原因となるため、この外界を写しながら行うデフォーカスキャリブレーションが、最も出力画像を綺麗に整えるキャリブレーション手段とされている。また、キャリブレーション終了後は、上記感度補正と同様に上記メモリに記憶されるデフォーカスキャリブレーションによる画像補正データと上記各画素ごとの関数により各画素ごとに出力される輝度の補正をかけることによって画像補正を行っていく。

【0007】このように、従来の赤外線撮像装置では、キャリブレーションを行い出力画像を整えるのだが、撮像を続けていると、徐々に画像が見にくくなるという現象が起こる。これはキャリブレーションの際に使用した画像補正器7の画素対応の関数が、実際の画素の特性と部分的に違っているため、撮像している外界や装置の温度変化により、画像補正がずれてしまったり、または環境の温度変化によりシェーディングの量が変わってしまったためである。このような場合、従来の装置では、運用中の温度状態にあわせたキャリブレーションを何度もやり直すことで、画像の補正状態を修正していた。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、キャリブレーションは二次元赤外線検知素子を使用した赤外線撮像装置にとって、無くてはならない機能であるのだが、通常、画像の状態の把握は定量的に行えずに、表示される画面を見ている使用者の主観によってしまい、そのためキャリブレーションは使用者からの指令によって行われている。このため、使用者の練度によって、赤外線撮像装置の出力する画像の品質が著しく異なるという問題があった。

【0009】また、温度に代表される装置使用環境の変化が激しい、例えば航空機に搭載する赤外線撮像装置については、安定した温度環境下で使われるものより、頻繁にキャリブレーションを行う必要がある。しかし、状況に応じて、デフォーカスキャリブレーションやシャッタを利用したキャリブレーションを行うのは操作が複雑で、特に戦闘機のパイロットが使用者の場合などには、他の装置の操作を行いながら、画像の状態を判断しキャリブレーションの指令を行う必要があるため、キャリブレーション操作が使用者の負担になるという問題があった。

【0010】この発明は、かかる課題を解消するために

なされたものであり、どのような練度の使用者が使用しても出力する画像品質が安定し、またキャリブレーション操作が使用者の負担にならないよう、キャリブレーションを行うタイミングを自動生成し、自動でキャリブレーションを行う赤外線撮像装置を得ることを目的としている。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】この第一の発明にかかる赤外線撮像装置は、赤外レンズにより集光された赤外光を遮断する遮断手段と、上記遮断手段により赤外光が遮断されている間の画像信号から赤外線検知器の出力のばらつきを各画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を求めることによって測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段による出力のばらつきの測定をあらかじめ設定された時間毎に行う手段、上記感度ばらつき測定手段により測定された出力のばらつきからキャリブレーションを行うための指令信号を生成する手段から成る制御手段とを備えたことにより、素子感度の補正ずれの状態を撮像中に定量的に把握してキャリブレーションを行うタイミングを生成し、自動でキャリブレーションを行えるようにしたものである。

【0012】また、この第二の発明にかかる赤外線撮像装置は、赤外レンズにより集光される前の赤外光を遮断する第一の遮断手段と、赤外レンズにより集光された赤外光を遮断する第二の遮断手段と、第一の遮断手段により赤外光が遮断されている間のデジタル画像信号から赤外レンズの放射する赤外光により生ずる上記赤外線検知器の出力の分布をいくつかの画素から成る領域ごとの輝度の平均値の分布を求めて測定するシェーディング測定手段と、第二の遮断手段により赤外光が遮断されている間の上記画像信号から上記赤外線検知器の出力のばらつきを各画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を求めることによって測定する感度ばらつき測定手段と、上記シェーディング測定手段による出力信号の分布測定と上記感度ばらつき測定手段による出力のばらつきの測定を交互に行う手段、上記シェーディング測定手段により測定された出力の分布と上記感度ばらつき測定手段により測定された出力のばらつきからキャリブレーションを行うための指令信号を生成する手段から成る制御手段とを備えたことで、素子感度の補正ずれの状態及びシェーディングの補正ずれの状態を撮像中に定量的に把握してキャリブレーションを行うタイミングを生成し、自動でキャリブレーションを行えるようにしたものである。

【0013】また、この第三の発明にかかる赤外線撮像装置は、赤外レンズにより集光される前の赤外光を一面面出力単位時間遮断する第一の遮断手段と、赤外レンズにより集光された赤外光を一面面出力単位時間遮断する第二の遮断手段と、第一の遮断手段により赤外光が遮断されている間のデジタル画像信号から上記赤外レンズの放射する赤外光により生ずる出力信号の分布を測定する

シェーディング測定手段と、第二の遮断手段により赤外光が遮断されている間の画像信号から赤外線検知器の出力のばらつきを測定する感度ばらつき測定手段と、上記シェーディング測定手段による出力信号の分布測定と上記感度ばらつき測定手段による出力のばらつきの測定を交互に行うよう制御する手段と、上記シェーディング測定手段により測定された出力信号の分布と上記感度ばらつき測定手段により測定された出力のばらつきからキャリブレーションをしないための指令信号を生成する手段とから成る制御手段と、上記制御手段が指令信号を生成する際に上記シェーディング測定手段と上記感度ばらつき測定手段の測定結果を利用し段階的にいくつかのキャリブレーションの実施を制御する制御手段を備えたことで、素子感度の補正ずれの状態及びシェーディングの補正ずれの状態を撮像中に定量的に把握してキャリブレーションを行うタイミングを生成するとともに、キャリブレーションの成否を判断し段階的なキャリブレーションを自動で行えるようにしたものである。

【0014】また、この第四の発明にかかる赤外線撮像装置は、赤外レンズにより集光された赤外光をキャリブレーションの間遮断する遮断手段と、補正回路の補正した画面の画像信号から画面内の輝度の偏差の平均値を測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段により測定された輝度の偏差の平均値から時間に対する上記輝度の偏差の平均値の傾きを測定する手段、上記変化の傾きに一つ前のキャリブレーションを実施した時から経過した時間をかけて輝度の偏差の平均値の増加量を推測することによってキャリブレーションを行うための指令信号を生成する手段とから成る感度ばらつき変化測定手段を具備したことで、画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定し、その値からキャリブレーションを行うタイミングを生成して、自動でキャリブレーションを行えるようにしたものである。

【0015】また、この第五の発明にかかる赤外線撮像装置は、赤外レンズにより集光される前の赤外光をキャリブレーションの間遮断する第一の遮断手段と、上記赤外レンズにより集光された赤外光をキャリブレーションの間遮断する第二の遮断手段と、上記補正回路の補正した画面の画像信号から画面内の輝度の偏差の平均値を測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段により測定された輝度の偏差の平均値から時間に対する上記輝度の偏差の平均値の傾きを測定する感度ばらつき変化測定手段と、上記補正回路の補正した画面の画像信号から画面内の位置ごとの輝度の平均を測定する上記シェーディング測定手段と、上記シェーディング測定手段により測定された画面内の位置ごとの輝度の平均からその時間に対する傾きを測定するシェーディング変化測定手段と、上記シェーディング測定手段と上記シェーディング変化測定手段の測定した上記偏差の平均値の傾きと画面内の位置ごとの輝度の平均の傾き及び一つ前の

キャリブレーション実施時から経過した時間とからキャリブレーションをしないための指令信号を生成する制御手段とを備えたことで、画面の輝度ばらつきの状態とその変化及び画面のシェーディングの状態とその変化を定量的に測定し、それらの値からキャリブレーションを行うタイミングを生成して、自動でキャリブレーションを行えるようにしたものである。

【0016】また、この第六の発明にかかる赤外線撮像装置は、赤外レンズにより集光された赤外光をキャリブレーションの間遮断する遮断手段と、補正回路の補正した画面の画像信号から画面内の輝度の偏差の平均値を測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段により測定された輝度の偏差の平均値からその時間変化を測定する感度ばらつき変化測定手段と、上記補正回路の補正した画面の画像信号から常に画面内の部分ごとの輝度の平均を測定するシェーディング測定手段と、上記シェーディング測定手段により測定された画面内の位置ごとの輝度からその時間に対する傾きを測定するシェーディング変化測定手段と、第二の測定手段の測定したばらつきの時間変化と一つ前のキャリブレーション時から経過した時間とからキャリブレーションを行うための指令信号を生成する制御手段と、上記シェーディング変化測定手段の測定した画面内の部分ごとの輝度の平均の傾きと前回画像補正用のデータを取得した時から経過した時間とから画面内の部分ごとの輝度の補正量を定める補正量設定手段とを備えたことにより、画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定し、それらの値からキャリブレーションを行うタイミングを生成して、自動でキャリブレーションを行えるようにするとともに、画面のシェーディングの状態とその変化を定量的に測定することで補正する量を定め、シェーディングをキャリブレーションを行わずに補正できるようにしたものである。

【0017】また、この第七の発明にかかる赤外線撮像装置は、赤外レンズにより集光された赤外光をキャリブレーションの間遮断する遮断手段と、補正回路の補正した画面の画像信号から常に画面内の輝度のばらつきを測定する感度ばらつき測定手段と、上記感度ばらつき測定手段により測定された輝度のばらつきからその時間変化を測定する感度ばらつき変化測定手段と、上記感度ばらつき変化測定手段の測定したばらつきの時間変化と前回キャリブレーション時から経過した時間とからキャリブレーションをしないための指令信号を生成する制御手段と、上記赤外レンズの温度を測定する温度測定手段と、温度測定手段により測定された温度と一つ前にキャリブレーションを実施したときから経過した時間とから温度差を測定する温度差測定手段と、上記温度差測定手段の測定した温度変化量から画面内の部分ごとの輝度の補正量を定める補正量設定手段とを備えたことにより、画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定

し、それらの値からキャリブレーションを行うタイミングを生成するとともに、光学系の温度とその変化を定量的に測定しかつそれによってシェーディングの補正量を定め、シェーディングをキャリブレーションを行わずに補正できるようにしたものである。

【0018】また、この第八の発明にかかる赤外線撮像装置は、上記第一、四、六、七の発明における赤外線撮像装置において、上記補正回路の出力する画像信号を記憶する手段、上記第一の遮断手段により赤外光が遮断されている間は上記記憶する手段から1フレーム前の画像信号を出力する記憶出力手段とを備えたものである。

【0019】さらにまた、この第九の発明にかかる赤外線撮像装置は、上記第二、三、五の発明における赤外線撮像装置において、上記補正回路の出力する画像信号を記憶する手段、上記第一、第二の遮断手段により赤外光が遮断されている間は上記記憶手段から1フレーム前の画像信号を出力する手段から成る記憶出力手段とを備えたものである。

【0020】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1は実施の形態1による赤外線撮像装置の構成を示すブロック図である。図1において、12は画像補正用シャッタA、13は画像補正器A、14は感度ばらつき測定器である。それ以外は従来の装置と同一である。

【0021】次に動作について説明する。通常、赤外レンズ1より入射した目標物体及びその背景からの赤外光は、従来と同じ動作で画像補正器A13内に設置される画像補正器7で画像補正された後、D/A変換され出力映像信号10として外部機器に出力される。出力映像信号10は1秒間に30画面(フレーム)分の直列の信号であり、60分の1秒ごとに、奇数番目の水平ラインの集まった画面(オッドフィールド)と偶数番目の水平ラインの集まった画面(イーブンフィールド)を交互に出力することで、1つの画面を出力する。画像補正用シャッタA12には通常写真のカメラに使用されるような反応の早いものを使用し(従来の画像補正用シャッタは反応速度が秒単位程度に遅いものであった。)、例えば一画面出力単位時間である1フレームに対応する30分の1秒間、外界から赤外レンズ1をとおして赤外線検知器3に集光される赤外光を遮断できるようにした。撮像制御器9は例えば30秒に一度程度、画像補正用シャッタA12に1フレームの赤外光遮断の指令を出すとともに画像補正器A13に赤外光遮断の指令を伝える。画像補正器A13は内部に画像補正器7と出力切換スイッチ13aとフレームメモリ13bをもち、赤外光の遮断の指令を受けることで出力切換スイッチ13aをキの側に切り換える。出力切換スイッチ13aがキの側に切り換えられると、フレームメモリ13bのデータは更新されず結果として後段のD/A変換器8に一つ前と同じフレー



ムの画像データが送られる。赤外光が遮断されている間、画像補正器7の出力する画像データは出力切換スイッチ13aのキをとし感度ばらつき測定器14に送られる。感度ばらつき測定器14は内部に各画素に対応するフレームメモリ14a、標準偏差測定器14b及び標準偏差記憶器14cを持っており、感度ばらつきを測定する。また、撮像制御器9からあらかじめ設定された時間後に自動的に、あるいは赤外光の遮断解除の指令が出力されて、上記出力切換スイッチ13aがオの側に切り換って画像補正器7から出力される画像データはD/A変換器8に出力される。

【0022】図12は感度ばらつき測定動作の概要を示す図である。図中、38は画像補正器A13から入力されフレームメモリ14aに記憶される画像データを、39は標準偏差測定器14bにより設定されるばらつきを測定するゲートを、40は感度ばらつき測定部14内で計測され標準偏差記憶器14cに記憶される感度ばらつきを示している。感度ばらつき測定器14では画像データ38が入力されると、ばらつき測定ゲート39をX方向及びY方向に順に動かすことで、フレームメモリ14aのアドレスを指定する。フレームメモリ14aは指定されたアドレスのデータを標準偏差測定器14bに出力、標準偏差測定器14bは”数1”に従いゲート内の輝度の標準偏差をデジタル計算処理によって求めて感度ばらつきを測定する。なお、上記輝度の標準偏差のかわりにゲート内の輝度の差分の絶対値の平均を使って感度ばらつきを測定してもよい。

【0023】

【数1】

$$M = \frac{\sum_{i=n-1}^{n+1} \sum_{j=m-1}^{m+1} a_{i,j}}{N}$$

$$S_{n,m} = \sqrt{\frac{\sum_{i=n-1}^{n+1} \sum_{j=m-1}^{m+1} (a_{i,j} - M)^2}{N^2}}$$

【0024】測定された輝度の標準偏差は標準偏差記憶器14c内の対応箇所に記憶される。感度ばらつき測定器14に入力される画像データは、画像補正用シャッタA12が閉じ、外界からの赤外光が遮断されている状態の画像なので、画像補正が全くずれていない場合、測定された各ゲート内の輝度のばらつきのデータは0になり、輝度の偏差は観測されない。つまり、仮にゲート内で偏差が観測されれば、それが画像補正ずれであるといえる。1画面分の各ゲート内の輝度の標準偏差の測定が完了した時点で、感度ばらつき測定器14は標準偏差記憶器14c内の輝度の標準偏差の平均値を求める。この値が例えばあらかじめ記憶された前回のキャリブレーション直後の平均値の3倍（直後の平均値をσとすると3σになる）をこえたところで（あるいは、直後の平均値とあらかじめ設定した値との和をこえたところで）、感度ばらつき判定器14dは補正ずれが発生していると判断し、画像補正用シャッタA12を閉じた状態でキャリブレーションを行うよう画像補正指令信号11を撮像制御器9に出力する。また、撮像制御器9は画像補正指令信号11を受けて画像補正器7にキャリブレーション指令を送り、キャリブレーション終了直後、感度ばらつき判定器14dは新たに輝度の標準偏差の平均値σを記憶保持し、画像補正用シャッタA12が開く。

【0025】従来の装置では、撮像中に素子感度の補正ずれを測定する手段をもたなかったため、キャリブレーションは表示される画面を見ているオペレータの主観によって行われていた。この発明では素子感度の補正ずれの状態を撮像中に定量的に把握する手段を従来の装置に付加し、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を自動生成することで、自動でキャリブレーションを行えるようにし、結果として安定した映像品質の赤外線画像を出力できるようにしている。また、統計的手法を用いたデジタル計算処理を行う簡単な回路構成により、複雑な回路による構成要素を使わずに感度ばらつきを測定することができる。

【0026】実施の形態2。図2はこの発明の実施の形態2を示すブロック図である。図において、13cは画像補正器AA、15は画像補正用シャッタB、16はシェーディング量測定器である。それ以外で、12から14は実施の形態1と、他は従来の装置と同一である。

【0027】次に動作の説明をする。本実施の形態2においても通常の撮像動作は、従来の装置と同じである。本実施の形態における画像補正用シャッタB15は、赤外レンズ1に入射される赤外光を遮断するために赤外レンズ1の手前におく。なお、反応速度は画像補正用シャッタAと同じ程度のものを使用している。撮像制御器9は例えば15秒に一度程度ずつ交互に画像補正用シャッタA12と画像補正用シャッタB15に1フレームの赤外光遮断の指令を出すとともに画像補正器AA13cに赤外画像が遮断されることを伝える。画像補正器AA13cは、画像補正器A13について、出力切換を3系統にかえた出力切換スイッチA13dに変更したもので、画像補正用シャッタAが閉じた場合は感度ばらつき測定器14に、画像補正用シャッタBが閉じたときはシェーディング量測定器16に画像データを出力する。シェーディング量測定器16は感度ばらつき測定器14と同じような構成で、フレームメモリとシェーディング判定器を持っており、画面の部分ごとのシェーディング量を測定する。図13はシェーディング量測定動作の概要を示す図である。シェーディング量測定器16は入力された1画面分のデータを図13のように例えば48の領域に分割し、各々の領域の画像データの平均値を求める。シ

シェーディング量測定器16に入力される画像データは、画像補正用シャッタB15が閉じ、外界からの赤外光が遮断されている状態の画面なので、シェーディングが無い場合、各々の領域の輝度の平均値の差はない。すなわちこの各々の領域の平均値に差があれば、それはシェーディングによるものといえる。図14にシェーディング補正できている場合とできていない場合の各々の領域の輝度の平均値の分布を示している。図中、42は補正できている場合の分布、43は補正できていない場合の分布である。図14に示すとおり、補正できている場合は、分布の幅は狭く、できていない場合は分布の幅は広がる。シェーディング量測定器16は各々の領域の輝度の平均値から最大値と最小値を求めることで、分布の幅を測定し、それが例えば前回のキャリブレーション直後の平均値 $\beta$ から3倍( $3\beta$ )をこえたところで(あるいは直後の平均値とあらかじめ設定した値との和をこえたところで)シェーディング判定器が画像補正用シャッタB15を閉じた状態でキャリブレーション(例えばデフォーカスキャリブレーション)を行う画像補正指令信号11を撮像制御部9に出力する。また感度ばらつき測定器14は実施の形態1と同様の動作で感度ばらつきを検出した場合、画像補正用シャッタA12を閉じた状態でキャリブレーションを行う画像補正指令信号11を撮像制御部9に出力する。撮像制御部9は画像補正指令信号11を受けて画像補正器7にキャリブレーション指令を送り、キャリブレーション終了直後、感度ばらつき測定器14は新たに輝度の標準偏差の平均値 $\alpha$ を記憶保持し、画像補正用シャッタA12が開き、またはシェーディング量測定器16は新たに輝度の平均値の分布の幅 $\beta$ を記憶保持し、画像補正用シャッタB15が開く。

【0028】従来の装置では、撮像中にシェーディングの補正ずれを測定する手段をもたなかったため、キャリブレーションは表示される画面を見ているオペレータの主観によって行われていた。この発明では素子感度の補正ずれの状態を撮像中に定量的に把握する手段及びシェーディングの補正ずれの状態を撮像中に定量的に把握する手段を従来の装置に付加し、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を自動生成することで、レンズシェーディング補正を含めた自動でのキャリブレーションを行えるようにし、結果として安定した映像品質の赤外線画像を出力できるようにしている。

【0029】実施の形態3。図3はこの発明の実施の形態3を示すブロック図である。図において、17は補正状態判定器である。それ以外は、実施の形態2と同一である。

【0030】次に動作について説明する。本実施の形態3において、撮像動作及び感度ばらつき、シェーディングの量の測定動作は実施の形態2と全く同じである。本形態においては、補正状態判定器17がキャリブレーション

ョン状態を判定し、内部にもつプログラムに基づき3種類のキャリブレーションをシーケンシャルに行えるようにしている。図15にキャリブレーション制御の流れ図を示す。補正状態判定器17は感度ばらつき測定器14もしくはシェーディング量測定器16からキャリブレーション要求を受けると、キャリブレーション実行状態となり、撮像制御器9に赤外レンズ1のピントをずらす指令(デフォーカス指令)を出させる。ピントが十分にずれて、かつ二つの画像補正シャッタが開いた状態で画像補正器AA13cは第一のキャリブレーションを実施する(デフォーカスキャリブレーション)。デフォーカスキャリブレーションが終了した時点で、補正状態判定器17よりデフォーカスキャリブレーション終了指令を受けて撮像制御器9は赤外レンズ1のピントを元に戻して画像補正用シャッタB15を2フレーム分の時間閉じる。シャッタが閉じられたところで、画像補正器A13は感度ばらつき測定器14及びシェーディング量測定器16に出力を切り換え各々に1フレームずつの画像データを送る。感度ばらつき測定器14及びシェーディング量測定器16は感度ばらつき及びシェーディング量を測定し補正状態判定器17に結果を送る。補正状態判定器17は各々の結果が前回のキャリブレーション直後の測定値に対して許容範囲内であるか、あらかじめ設定されて内部のメモリに記憶されている値と比較し判定する。補正状態が許容範囲内であればデフォーカスキャリブレーションが正常に終了したとみなしキャリブレーション操作は終了する。補正状態が許容範囲外と判定された場合、補正状態判定器17は撮像制御器9に画像補正用シャッタB15のみを閉じた状態の第二のキャリブレーション(レンズシェーディングキャリブレーション)を要求する。レンズシェーディングキャリブレーションが終了した時点で、撮像制御器9は画像補正用シャッタA12を1フレーム分の時間閉じる。シャッタが閉じられたところで、画像補正器AA13cは感度ばらつき測定器14のみに画像データを送る。感度ばらつき測定器14は感度ばらつきを測定し、補正状態判定器17に結果を送る。補正状態判定器17は結果が前回のキャリブレーション直後のばらつきの測定値として許容範囲内であるか、あらかじめ設定されて内部のメモリに記憶されている値と比較し判定する。ここで補正状態が許容範囲内と判定された場合はキャリブレーションは終了し、感度ばらつきとシェーディングの測定値を記憶する。仮に許容範囲外と判定された場合は、画像補正用シャッタA12を閉じた状態の第三の感度キャリブレーションを行いキャリブレーションを終了し、感度ばらつきとシェーディングの測定値を記憶する。また、キャリブレーション終了時点で補正状態判定器17のキャリブレーション実行状態が解除される。

【0031】従来の装置では、どの運用状態でどのキャリブレーションを行うか使用者の主観で決定しており、

またキャリブレーションの後にシェーディングの補正ずれや、感度のばらつきを測定する手段をもたなかったため、画面に補正むらを残したままで装置が運用されることがあった。例えば、航空機に搭載された本発明の赤外線撮像装置が空や海等の均一な温度背景を撮像している場合、デフォーカスキャリブレーションを行うのが最もよいキャリブレーションであるが、背景の中に雲や太陽が入ってくることにより、赤外レンズ1のピントをずらしても背景が均一にならず、レンズシェーディングキャリブレーションを行う方がよい場合がある。また、レンズシェーディングキャリブレーションを行う場合は、赤外レンズ1と画像補正用シャッタB15との間に温度差があつてレンズシェーディングキャリブレーションがうまく行かないことがあるので、この時は感度キャリブレーションを行う。このように使用者は状況に応じてキャリブレーション方法を選定する必要がある。本発明ではキャリブレーションの成否を判断する手段を付け加えることで、3種類のキャリブレーション指令をシーケンシャルに発生させることが可能となり、これにより運用状態における最も有効なキャリブレーションが自動的に選択されるようになるため、結果として安定した映像品質の赤外線画像を出力できる。

【0032】実施の形態4. 図4はこの発明の実施の形態4を示すブロック図である。図中、18は感度ばらつき

$$Sa = \frac{\sum_{i=1}^n tn S(tn) - \sum_{i=1}^n S(tn) \sum_{i=1}^n tn}{\sum_{i=1}^n tn^2 - \sum_{i=1}^n tn \cdot \sum_{i=1}^n tn}$$

$S(tn)$  : 時間 $tn$ に測定された輝度ばらつきの平均値

$tn$  : キャリブレーション後 $n$ 回目の測定時間

$Sa$  : 輝度ばらつき平均値の時間変化量

【0035】図16は感度ばらつきの平均値と時間の関係を示したグラフである。図中、44は測定された感度ばらつき平均値のライン、45は求められるばらつきの時間的な変化のラインである。赤外線撮像装置がほぼ同じような画面を写し続けているとすると、感度キャリブレーション直後に見られる輝度のばらつきの大きさは、画面の持つ輝度のばらつきの固有値 $C$ であると考えられる。当然、赤外線撮像装置の撮像対象が変化するにつれ画面の輝度のばらつきも変わるが、もし補正の劣化が起こらないのであれば、測定値は固有値 $C$ を中心に $D$ の幅をもって観測される。ところが実際は時間の経過に伴い補正ずれが発生し徐々に大きくなるので、図16に示すように輝度のばらつきの各ゲート内の標準偏差の平均値は増大する。感度ばらつき変化測定器18は”数2”によって感度ばらつきの単位時間あたりの変化量を求め、その値に感度キャリブレーションしてからの経過時間をかけることで、例えば、感度キャリブレーション後10

\*き変化測定器である。それ以外で、14と13は実施の形態1と、他は従来の装置と同一である。

【0033】次に動作について説明する。通常の撮像動作に関しては従来の装置と同等であるが、本実施の形態では、環境の温度変化が小さく画面内の輝度に大きな影響を与えないような場合を想定している。また、本実施の形態においては、感度ばらつき測定器14は常に画像補正器13からデータを受け、実施の形態1と同様の操作で画面全体の各ゲート内の標準偏差を測定し、その平均値を感度ばらつき変化測定器18に出力する。従来の装置では、正常にキャリブレーションが終了した後、温度環境等の変化状態にもよるが、30分程度ごとにはキャリブレーションをやりなおしており、経験的にキャリブレーション直後10分程度は出力される画像の状態は良好であるといえる。感度ばらつき変化測定器18は、感度キャリブレーション実施後のあらかじめ設定された時間、例えば10分間程度、感度ばらつき測定器14から受けた標準偏差の平均値のデータを内部のメモリに蓄える。データが蓄積された時点で、感度ばらつき変化測定器18は”数2”によりばらつきの時間的な変化量を求める。

【0034】

【数2】

分経過後の或時点での感度ばらつきの増加量を推測し、その値が感度キャリブレーションの直後の輝度ばらつきの各ゲート内の標準偏差の平均値の3倍(3 $\sigma$ )をこえた時点で、撮像制御器9に画像補正指令信号11を出力する。なお、本実施の形態における画像補正器は、従来の装置の画像補正器7と同様にフレームメモリを持たず、画像補正用シャッタ2が閉じている間に画像補正用シャッタ2の像を外部機器に出力するものであってもよい。

【0036】従来の装置では、感度キャリブレーションの後に継続して、画面の輝度のばらつきとその変化量を測定する手段をもたなかったため、感度キャリブレーションは表示される画面を見ているオペレータの主観によって行われていた。また、実施の形態1では外界から入射される赤外光を遮断するため、非常に短い時間ではあるが一定間隔で画像がとぎれてしまい、目標の検出や追尾を行う場合に複雑な信号処理が必要となる。本発明で

は画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定する手段を従来の装置に付加し、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を自動生成することで、自動で感度キャリブレーションを行えるようにするとともに、キャリブレーション後あらかじめ定められた時間経過後は、画像のとぎれをなくし、結果として安定した映像品質の赤外線画像を出力するとともに、後段で目標検出や追尾などをするために都合のよい画像を出力している。

【0037】実施の形態5。図5はこの発明の実施の形態5を示すブロック図である。図において19は画像補正用シャッタC、20はシェーディング量変化測定器、13cは実施の形態2と同一である。それ以外は実施の形態4と同一である。

【0038】次に動作について説明する。実施の形態5について、通常の撮像動作及び感度ばらつき変化測定器によるキャリブレーション要求までは実施の形態4と同じであり、環境の温度変化が小さい場合を想定している。画像補正用シャッタC19は従来の装置に使用され\*

$$Da = \frac{\sum_{i=1}^n tn \cdot D(tn) - \sum_{i=1}^n D(tn) \sum_{i=1}^n tn}{\sum_{i=1}^n tn^2 - \sum_{i=1}^n tn \cdot \sum_{i=1}^n tn}$$

D(tn)：時間tnに測定された輝度の平均値

tn：キャリブレーション後n回目の測定時間

Da：輝度平均値の時間変化量

【0040】図18は図17で示した領域Aと領域Eの輝度の平均値と時間の関係を示したグラフである。図中、46は領域Aで測定された輝度の平均値のライン、47は領域Eで測定された輝度の平均値のライン、48は領域Aで求められる輝度平均値の時間的な変化のライン、49は領域Eで求められる輝度平均値の時間的な変化のラインである。赤外線撮像装置がほぼ同じような画面を写し続けているとすると、キャリブレーション直後に見られる輝度の平均値の大きさは、画面の輝度の固有値Cであると考えられる。当然、赤外線撮像装置の撮像対象が変化するにつれ画面の輝度ばらつきも変わるが、もし補正の劣化が起こらないのであれば、測定値は固有値Cを中心にDの幅をもって観測される。ところが実際は時間の経過に伴いシェーディング量が変化するため、図18に示すように輝度の平均値は変化する。シェーディング量変化測定器20は”数3”によって領域ごとの輝度の単位時間あたりの変化量を求め、その値にキャリブレーションしてから経過時間をかけることで、現時点の領域ごとの輝度の変化量を推測し、その値の最大値と最小値の差が、例えば前回のキャリブレーション直後の各々の領域の輝度の平均値の3倍(3σ)を越えた時

\*ている画像補正用シャッタ2と同程度の反応速度のもので、レンズシェーディングキャリブレーションの際に、外界の赤外光を遮断することのみを目標としている。この画像補正用シャッタC19は、赤外線撮像装置に視軸駆動機構がついていて、撮像装置を格納する機能がある場合などは、それを持って代用することもある。シェーディング量測定器16は常に画像補正器7からデータを受け、実施の形態2と同様に例えば48に分割された各々の領域の輝度の平均値を測定する。シェーディング量変化測定器20は感度ばらつき変化測定器18と同様にキャリブレーション後あらかじめ設定された時間、例えば10分間はシェーディング量測定器16の測定した輝度の平均値を、画面の中心からの距離に応じて図17のようにまとめ直し、この領域ごとの平均値として内部のメモリに蓄積する。また例えば10分経過後は各々の領域について”数3”に基づき輝度平均値の時間変化量を求める。

【0039】

【数3】

点で(あるいは、直後の平均値とあらかじめ設定した値との和を越えたところで)、撮像補正用シャッタCを閉じた状態でレンズシェーディングキャリブレーションを行う画像補正指令信号11を撮像制御器9に出力する。また、感度ばらつき変化測定器18は実施の形態4と同様要領で画像補正用シャッタ2を閉じた状態で感度キャリブレーションを行う画像補正指令信号11を撮像制御器9に出力する。なお、本実施の形態における画像補正器は、従来の装置の画像補正器7と同様にフレームメモリを持たず、画像補正用シャッタ2が閉じている間に画像補正用シャッタ2の像を外部機器に出力するものであってもよい。

【0041】従来の装置では、キャリブレーションの後に継続して、画面のシェーディングとその変化量を測定する手段をもたなかったため、キャリブレーションは表示される画面を見ているオペレータの主観によって行われる。また、実施の形態2では外界から入射される赤外光を遮断するため、非常に短い時間ではあるが一定間隔で画像がとぎれてしまい、目標の検出や追尾を行う場合に複雑な信号処理が必要となる。本発明では画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定する手段及び

画面のシェーディングの状態とその変化を定量的に測定する手段を従来の装置に付加し、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を自動生成することで、レンズシェーディング補正を含めた自動でのキャリブレーションを行えるようにするとともに、キャリブレーション後あらかじめ設定された時間経過後は、画像のとぎれをなくし、結果として安定した映像品質の赤外線画像を出力するとともに、後段で目標検出や追尾などをするために都合のよい画像を出力している。

【0042】実施の形態6. 図6はこの発明の実施の形態6を示すブロック図である。図において21は画像補正器B、22はシェーディング補正量設定器Aである。それ以外は実施の形態5と同一である。

【0043】次に動作について説明する。実施の形態6について、赤外レンズ1からA/D変換器6までの動作と感度ばらつき変化測定器18によるキャリブレーション要求は実施の形態4と同じである。画像補正器B21は感度キャリブレーションにより事前に感度ばらつきが補正された画像データを感度ばらつき測定器14に出力すると同時にシェーディング量測定器16に出力する。感度ばらつき測定器18は実施の形態5と同じ要領で画像補正用シャッタ2を閉じた状態で感度キャリブレーションを行う画像補正指令信号11を撮像制御器9に出力する。しかしながら、画像補正用シャッタ2は赤外レンズ1の内側にあるため、レンズシェーディングまで含めた、キャリブレーションは行えない。そのため、本実施の形態6では、シェーディングの補正をするための回路として、シェーディング補正量設定器A22を付加している。今、画像補正器B21によるキャリブレーション終了後、画像補正用シャッタ2を開いた状態で、例えば航空機に搭載された本発明の赤外線撮像装置において1フレーム間の画像の変化が小さい（ある一定領域の輝度の時間平均がほとんど変化しない）背景や目標を撮像している場合を考える。シェーディング補正量設定器A22はシェーディング量変化測定器20から、図17に示した5つの領域のキャリブレーション後からの輝度の変化量を受け、画面の中央からの距離に対応したシェーディングの補正量を定める。図19はシェーディング補正量設定器A22の補正量設定の概念図である。図中50から54はシェーディング量変化測定器20から得られる領域AからEの輝度の平均値の傾きに一つ前のキャリブレーション終了時からの経過時間をかけて求めた輝度の平均値の増加量を示すプロットであり、55は定められたシェーディングの補正量を示すシェーディングラインである。シェーディング補正量設定器A22は5つのプロットから適当な2次の曲線を求め、かつそれを輝度変化量0のラインについて反転させたラインをシェーディング補正量として画像補正器B21に出力する。画像補正器B21は感度ばらつきのみを補正した画面からシェーディング補正量を差し引いたデータをD/A変換器

8にリアルタイムで送る。実施の形態2や実施の形態5ではレンズシェーディングをキャリブレーションで補正するために、レンズの前面シャッタを置くという、機構的な構成となっている。それに対し、本実施の形態6では、従来の赤外線撮像装置の機構的な構成をできるだけかえず、かつ前述のシェーディングキャリブレーションのように補正用の均一温度面でデータを取り込むという操作をせずに、電気的な信号処理でリアルタイムにレンズシェーディング補正を達成する。また、シェーディング量変化測定器20から得られる輝度の変化量は画像補正用シャッタ2を開いた状態で得られるので、一定時間ごとに変化量を更新していけば補正の精度が高くなる。

【0044】従来の装置では、キャリブレーションの後に継続して、画面のシェーディングとその変化量を測定し、その値から補正するシェーディング量を定める手段とを持たなかったため、レンズシェーディングをキャリブレーションで補正するしかなく、そのためにレンズの前面にシャッタを置くという機構的な構成が必要だった。本実施の形態6では、従来の赤外線撮像装置の機構的な構成をできるだけかえずに、電気的な信号処理回路を付加することでリアルタイムのレンズシェーディング補正を達成しているとともに、画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定する手段を従来の装置に付加し、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を自動生成することで、自動でキャリブレーションを行い、安定した映像品質の赤外線画像を出力する。

【0045】実施の形態7. 図7はこの発明の実施の形態7を示すブロック図である。図において23は赤外レンズA、24は温度信号、25は温度変化測定器、26はシェーディング補正量設定器Bである。それ以外は実施の形態6と同一である。

【0046】次に動作について説明する。実施の形態7について、通常の撮像動作と感度ばらつき変化測定器18によるキャリブレーション要求は実施の形態6と同じである。赤外レンズA23はレンズの鏡筒部分の温度を測定する温度モニタ58を持ち温度信号24を温度変化測定器25に送る。温度変化測定器25は前回のキャリブレーションしてからの順次入力される温度信号24から赤外レンズA23の温度差を測定しシェーディング補正量設定器B26に出力する。シェーディング補正量設定器B26は内部のメモリに赤外レンズA23の固有のレンズシェーディングの特性（例えば、温度差の4乗に比例して赤外線のエネルギー量が増加する。）を示すデータを保持している。図20はシェーディング補正量設定器B26の保持している上記データの1例を示す図である。図中、56は赤外レンズA23が温度差Aのときに持っているシェーディングライン、57は温度差Bのときに持っているシェーディングラインをそれぞれ示している。上記シェーディングラインは、輝度の増加量を

使用する温度範囲内におけるレンズ鏡筒部分の温度差と画面中心からの距離の関数として表現したものである。上記内部のメモリ内には、例えばあらかじめシュミレーションや実験計測結果に基づいて離散化された上記シェーディングラインの節点が記憶されており、温度差に対応した所要のシェーディングラインを節点間を適度に補間することによって得ることができる。あるいは、上記内部のメモリ内に、上記シェーディングラインを多項式のような近似手段で表現した近似式の定数が記憶されており、温度差と画面中心からの距離から所要の輝度の増加量を出力することによってシェーディングラインを表現してもよい。シェーディング補正量設定器B26は図20に示すようなシェーディングラインから、画面中心からの位置ごとに温度変化に対応して、例えば温度差がBのときは、温度Bのシェーディングライン57を打ち消すように輝度の増加量を求め、シェーディングの補正量を決めて画像補正器B21に出力する。画像補正器B21は実施の形態6と同じ動作でD/A変換器8にシェーディング補正されたデータをリアルタイムで送り、出力映像信号10を出力する。実施の形態6では、画像データから各々の画素の補正量を定めていたため、画像を測定するための回路と、補正量を定める回路が必要であったが、本実施の形態7ではシェーディングが温度差に依存する性質を利用して温度を測定することにより、画像を測定する回路を無くすることができるため、少ない回路規模で同等の機能を達成できる。温度測定回路は熱電対と抵抗とトランジスタで構成できるのに対し、画像を測定する回路にはシェーディング量測定器16内のフレームメモリのような画像を記憶するための膨大なメモリと高速の演算装置が必要である。また、上記固有のレンズシェーディングの特性データに要するメモリは、温度特性を離散的に表現する代表的な幾つかの点を記憶する程度でよく、上記画像を記憶するための膨大なメモリよりは充分小さくなり、小型、軽量化がはかれる。

【0047】従来の装置では、キャリブレーションの後に継続して光学系の温度とその変化量を測定し、その値から補正するシェーディング量を定める手段とを持たなかったため、レンズシェーディングをキャリブレーションで補正するしかなく、そのためにレンズの前面にシャッタを置く機構的な構成が必要であった。本実施の形態7では光学系の温度とその変化を定量的に測定する手段とレンズの特性データを保持している手段を付加することで、前述の実施の形態6よりも簡単な信号処理回路でリアルタイムのレンズシェーディング補正を達成している。また、画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定する手段を付加し、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を自動生成することで、自動でキャリブレーションを行い、安定した映像品質の赤外線画像を出力する。

【0048】実施の形態8. この発明の実施の形態は、

実施の形態1, 2, 4, 5の感度ばらつき測定器において画像の補正ずれを定量的に検知した後、アラーム音や点滅光などの警告信号（または、目盛による警告表示）を発生するものである。これによって、使用者が画像の補正ずれを定量的に把握でき、画像補正器のキャリブレーションを手動で行うタイミングを得ることができる。

【0049】実施の形態9. この発明の実施の形態は、実施の形態2, 4, 8のシェーディング量測定器において画像の補正ずれを定量的に検知した後、アラーム音や点滅光などの警告信号（または、目盛による警告表示）を発生するものである。これによって、使用者が画像の補正ずれを定量的に把握でき、画像補正器のキャリブレーションを手動で行うタイミングを得ることができる。

【0050】

【発明の効果】この第一の発明にかかる赤外線撮像装置は、素子感度の補正ずれの状態を撮像中に各画素ごとに求めた輝度の偏差の平均値を用いて定量的に把握する手段を従来の装置に付加したことで、従来使用者が主観に基づきおこなっていたキャリブレーション指令を生成して、キャリブレーションを行うことができる。これによって操作が簡単でありながら、素子感度の補正ずれやシェーディングの補正ずれによる性能劣化が少なく、使用者がキャリブレーション操作に煩わされることのない赤外線撮像装置を得ることができる。

【0051】また、第二の発明によれば、素子感度の補正ずれの状態を撮像中に定量的に把握する手段及びシェーディングの補正ずれの状態を撮像中に画面内に分割された幾つかの領域内の輝度の平均値から全領域の輝度分布を求めて定量的に把握する手段を従来の装置に付加したことで、従来使用者が主観に基づきおこなっていたキャリブレーション指令を生成し、レンズシェーディング補正を含めた自動でのキャリブレーションが行える。

【0052】また、第三の発明によれば、キャリブレーションの成否を判断する手段を付け加えることで、3種類のキャリブレーション指令をシェーディングに発生させることが可能となり、これにより運用状態における有効なキャリブレーションが自動的に選択され、実施される。これによって、最適なキャリブレーションをされた状態の画像を出力できる赤外線撮像装置を得ることができる。

【0053】また、第四の発明によれば、画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定する手段を従来の装置に付加したことで、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を生成し、自動でキャリブレーションが行える。また、第一の発明では短時間の画像のどぎれが発生するが、後段で目標検出や追尾などの信号処理する場合に都合のよい画像を出力できる。これによって信号処理にも適した画像を出力する赤外線撮像装置を得ることができる。

【0054】また、第五の発明によれば、画面の輝度ば

らつきの状態とその変化を定量的に測定する手段及び画面のシェーディングの状態とその変化を定量的に測定する手段を従来の装置に付加したことで、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を生成し、レンズシェーディング補正を含めた自動でのキャリブレーションが行える。また、第二の発明で起きていた短時間の画像のとぎれをなくすことで、後段で目標検出や追尾などをする場合に都合のよい画像を出力できる。

【0055】また、第六の発明によれば、画面のシェーディングの状態とその変化を定量的に測定し、かつそれによって補正する量を定める手段を付加したことでリアルタイムのレンズシェーディング補正を達成している。また、画面の輝度ばらつきの状態とその変化を定量的に測定する手段を従来の装置に付加したことで、従来使用者が主観に基づき行っていたキャリブレーション指令を生成し、自動でキャリブレーションを行える。これによってレンズシェーディングがリアルタイムに補正されることによりシェーディングの補正ずれによる性能劣化が少なく、従来の装置ほど頻繁にキャリブレーションが行われない赤外線撮像装置を得ることができる。

【0056】さらにまた、第七の発明によれば、光学系の温度とその変化を定量的に測定する手段とレンズの特性データを保持している手段を付加したことで、第六の発明より簡単な回路でリアルタイムのレンズシェーディング補正を達成している。また、従来の装置ほど頻繁にキャリブレーションが行われない赤外線撮像装置をより小型軽量で得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1の構成を示すブロック図である。

【図2】 この発明の実施の形態2の構成を示すブロック図である。

【図3】 この発明の実施の形態3の構成を示すブロック図である。

【図4】 この発明の実施の形態4の構成を示すブロック図である。

【図5】 この発明の実施の形態5の構成を示すブロック図である。

【図6】 この発明の実施の形態6の構成を示すブロック図である。

【図7】 この発明の実施の形態7の構成を示すブロック図である。

【図8】 従来の装置の構成を示すブロック図である。

【図9】 従来の装置のキャリブレーションの概要を示す図である。

【図10】 目標の発生する光をレンズを通し集光する様子を示す図である。

【図11】 シェーディング画像の一例を示すディスプレイ上の中間値画像である。

【図12】 感度ばらつき測定動作の概要を示す図であ

る。

【図13】 シェーディング量測定動作の概要を示す図である。

【図14】 シェーディング補正状態による領域の輝度平均値の分布を示す図である。

【図15】 キャリブレーション制御の流れ図である。

【図16】 感度ばらつきの平均値と時間の関係を示した図である。

【図17】 輝度測定領域をまとめ直した様子を示す図である。

【図18】 輝度の平均値と時間の関係を示す図である。

【図19】 シェーディング補正量設定器A22のシェーディング補正量設定の概念図である。

【図20】 シェーディング補正量設定器B26のシェーディング補正量設定の概念図である。

#### 【符号の説明】

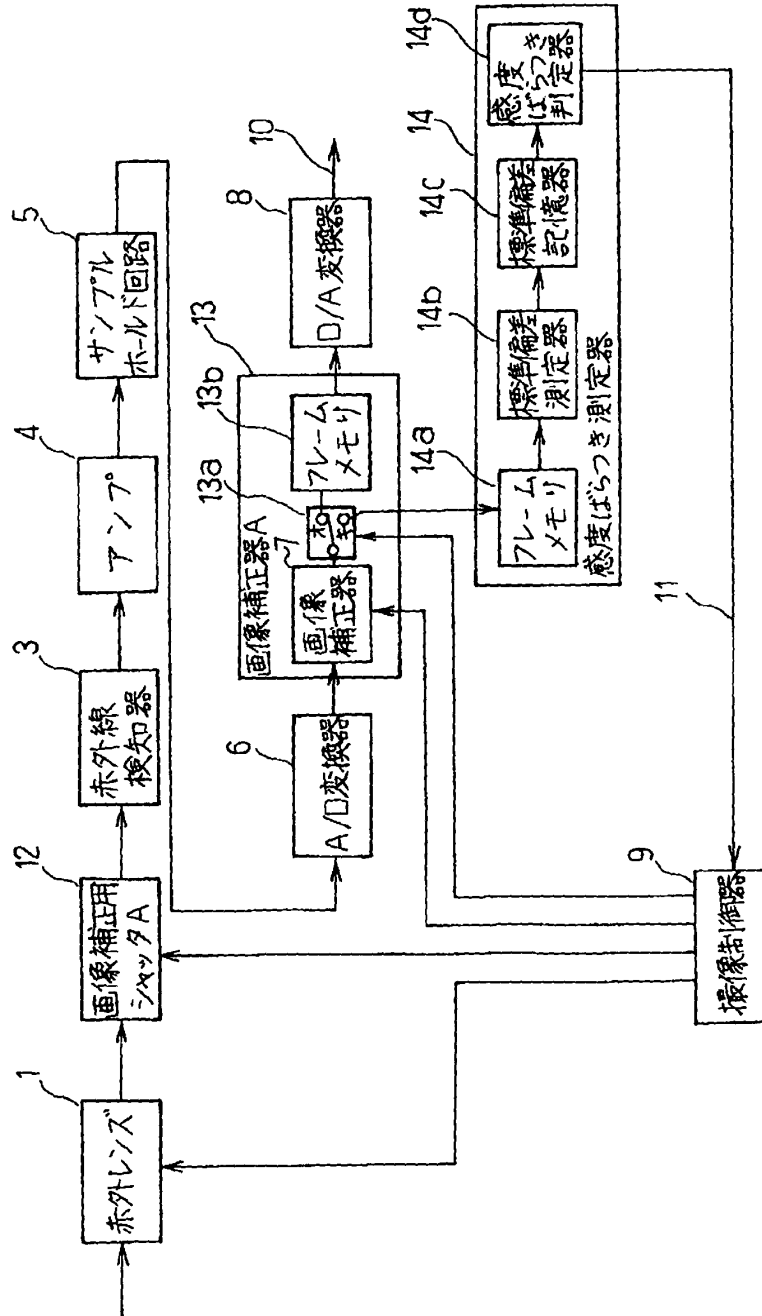
1 赤外レンズ、2 画像補正用シャッタ、3 赤外線検知器、4 アンプ、5 サンプルホールド回路、6

A/D変換器、7 画像補正器、8 D/A変換器、9 撮像制御器、10 出力映像信号、11 画像補正指令信号、12 画像補正用シャッタA、13 画像補正器

A、13a 出力切換スイッチ、13b フレームメモリ、13c 画像補正器AA、13d 出力切換スイッチA、14 感度ばらつき測定器、14a フレームメモリ、14b 標準偏差測定器、14c 標準偏差記憶器、14d 感度ばらつき判定器、15 画像補正用シャッタB、16 シェーディング量測定器、17 補正状態判定器、18 感度ばらつき変化測定器、19 画像補正用シャッタC、20 シェーディング量変化測定器、21 画像補正器B、22 シェーディング補正量設定A、23 赤外レンズA、24 温度信号、25 温度変換測定器、26 シェーディング補正量設定B、27 出力特性ラインa、28 出力特性ラインb、29 出力特性ラインaa、30 出力特性ラインbb、31 出力ラインc、32 目標A、33 目標B、34 レンズ、35 結像面、36 光束AA、37 光束BB、38 画像データ、39 ばらつき測定ゲート、40 計測された感度ばらつき、41 シェーディング測定領域、42 補正できている場合の輝度平均値の分布、43 補正できていない場合の輝度平均値の分布、44 測定された感度ばらつき平均値のライン、45 ばらつきの時間的変化のライン、46 領域Aの輝度平均値ライン、47 領域Eの輝度平均値ライン、48 領域Aの輝度平均値の時間変化ライン、49 領域Eの輝度平均値の時間変化ライン、50 領域Aのシェーディング変化量のプロット、51 領域Bのシェーディング変化量のプロット、52 領域Cのシェーディング変化量のプロット、53 領域Dのシェーディング変化量のプロット、54 領域Eのシェーディング変化量の

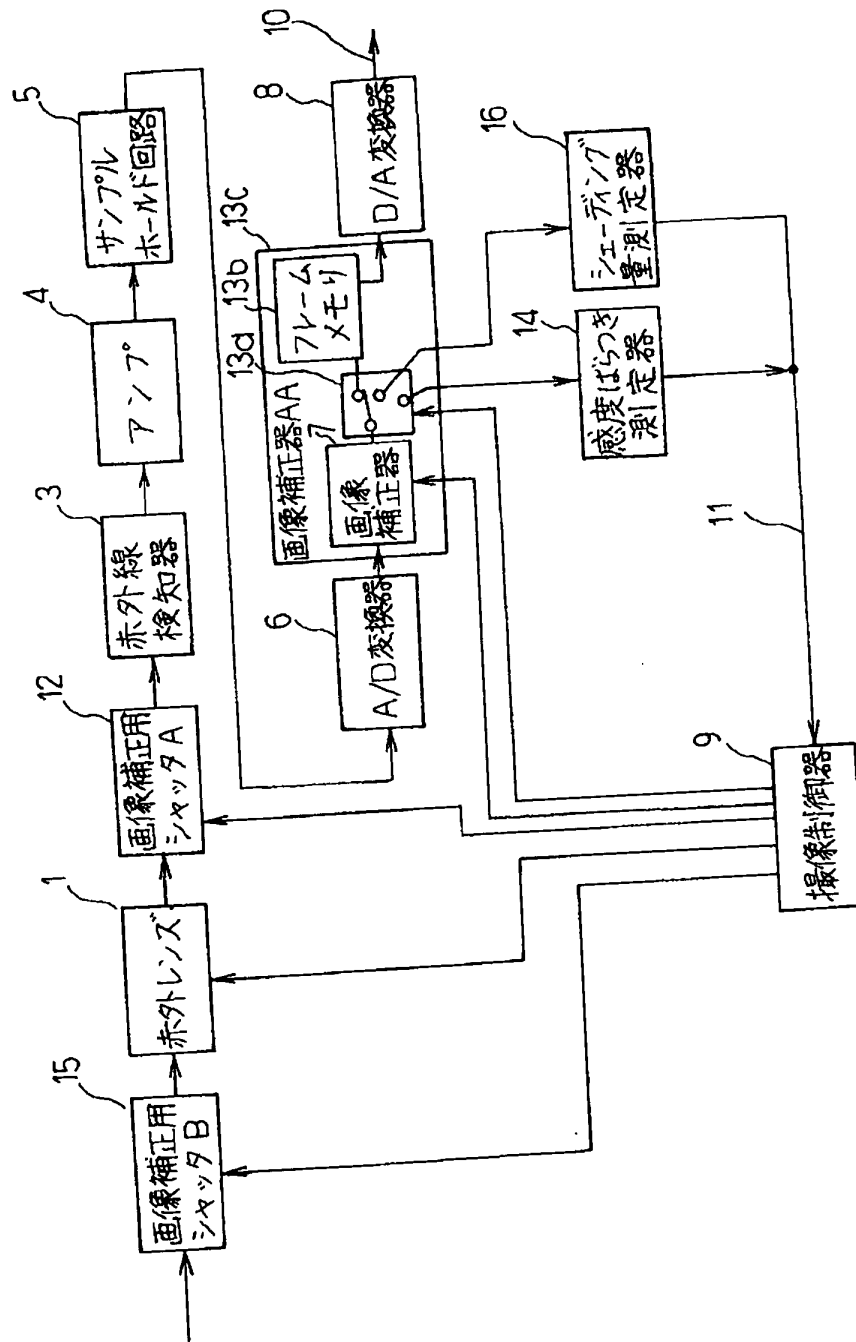
プロット、55 シェーディング補正量を示すライン、\*ライン、57 温度Bの時の赤外レンズA23のシェー  
56 温度Aの時の赤外レンズA23のシェーディング\* ディングライン、58 温度モニタ。

【図1】



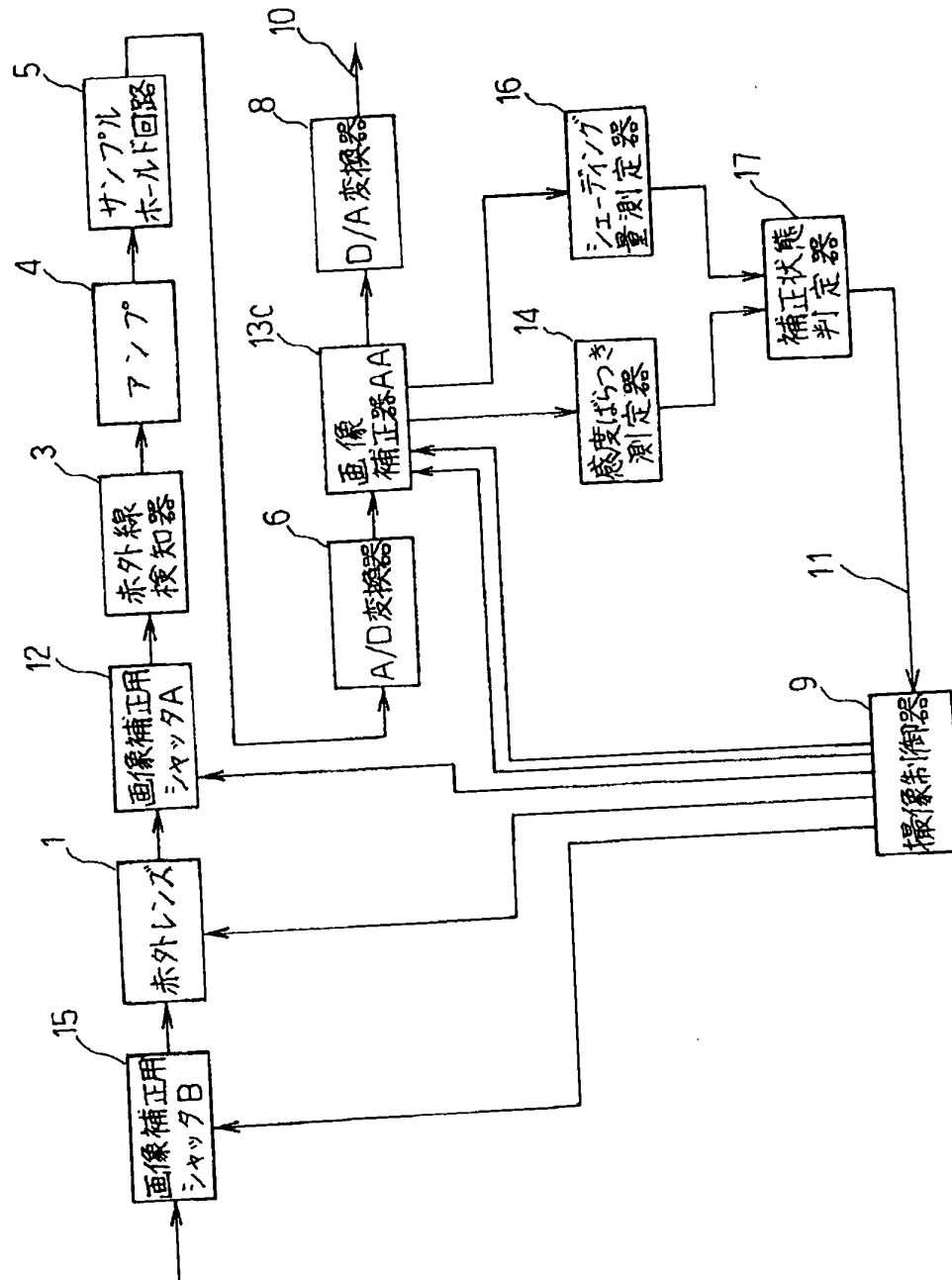


【図 2】



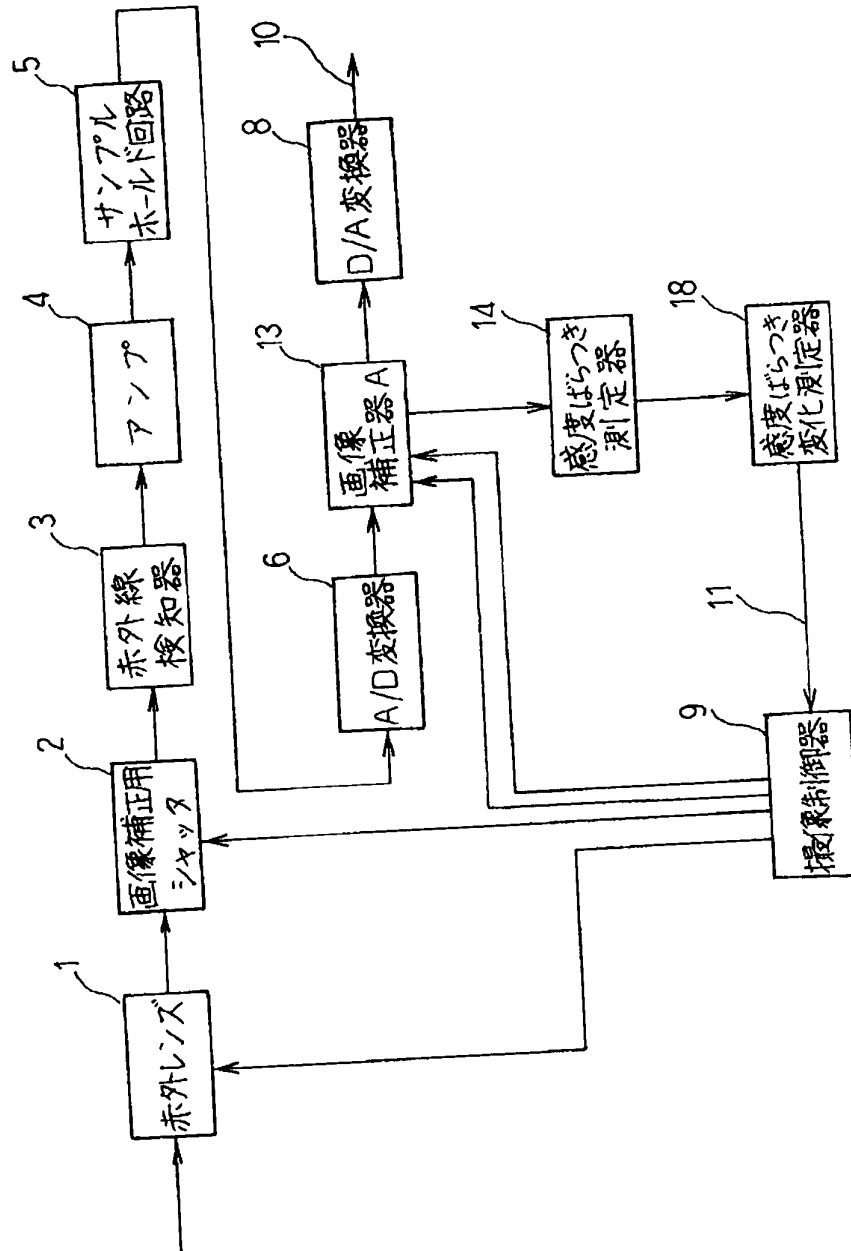
(17)

【図3】



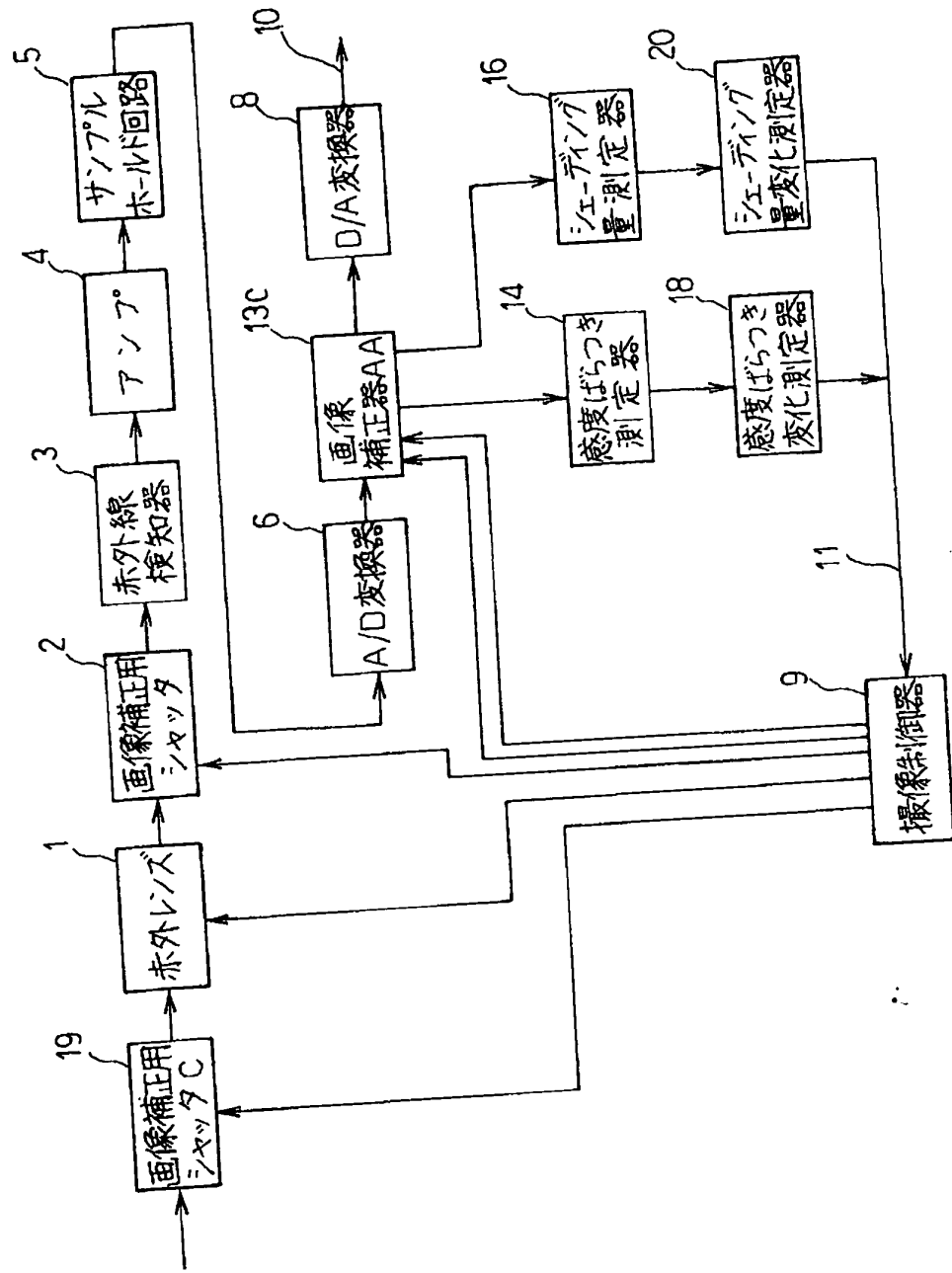
(18)

【図4】

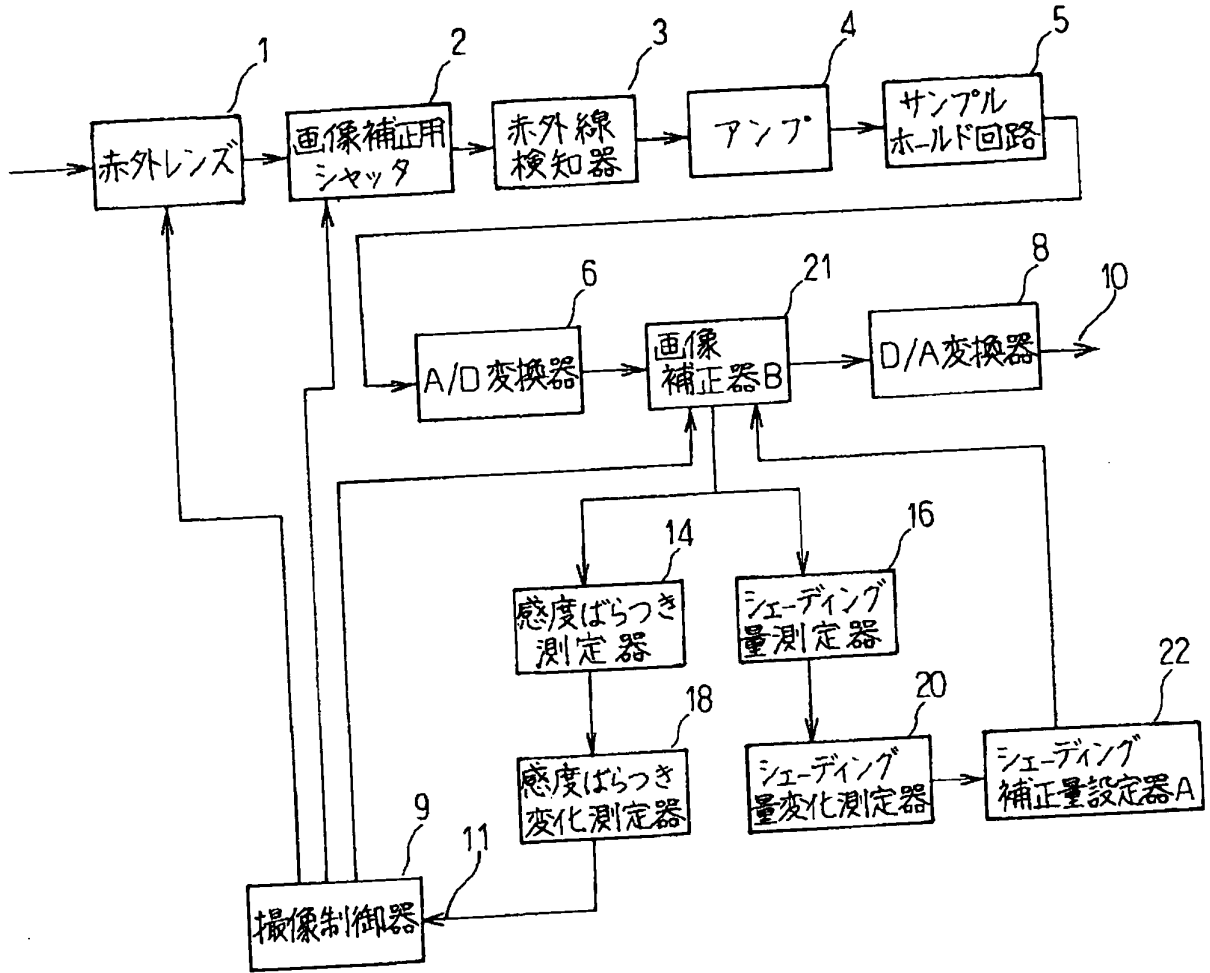


(19)

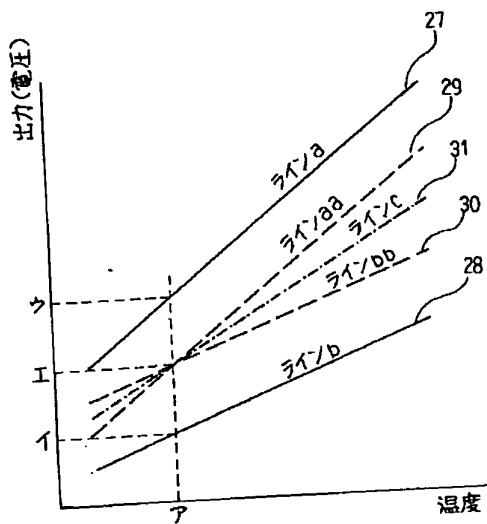
【図5】



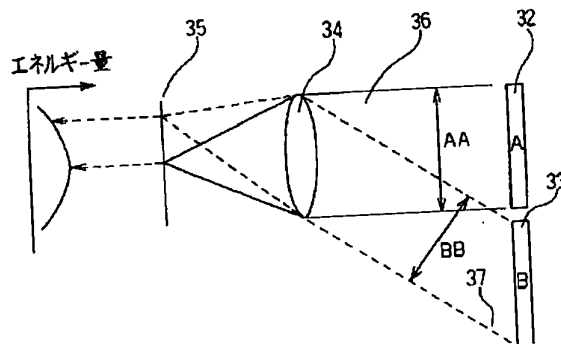
【図6】



【図9】

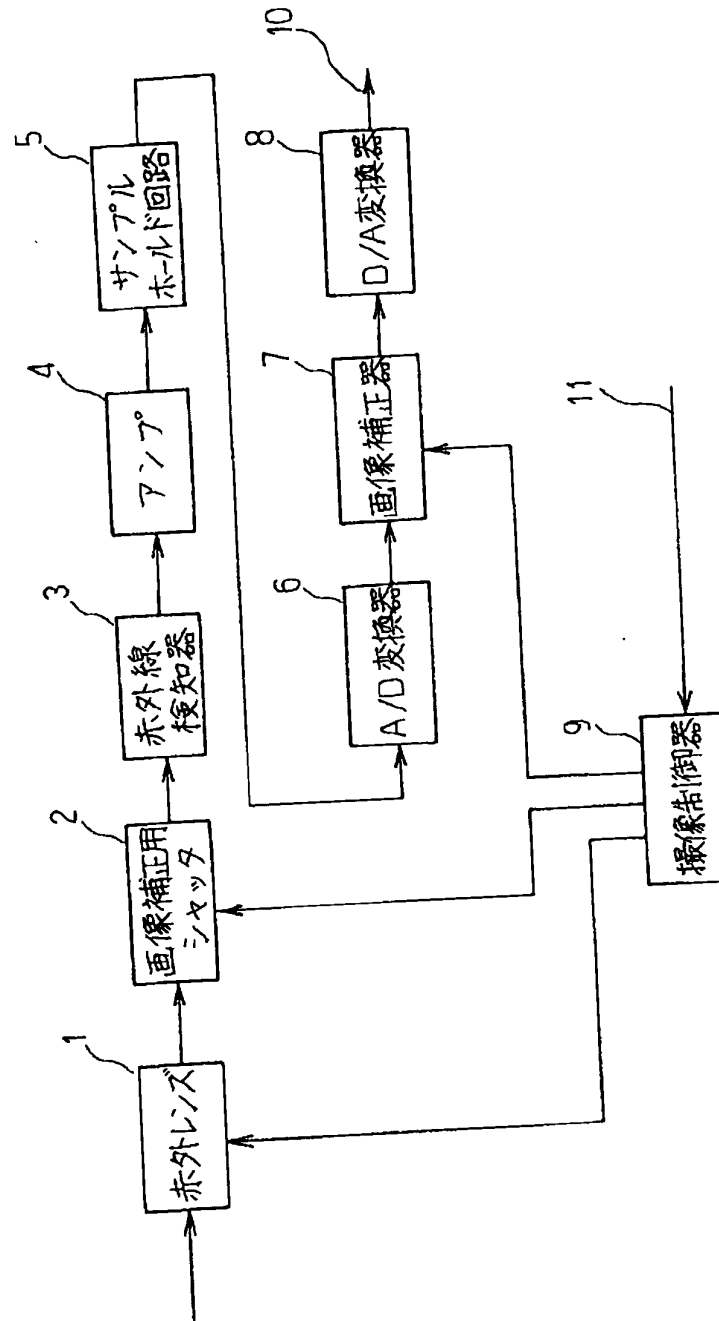


【図10】

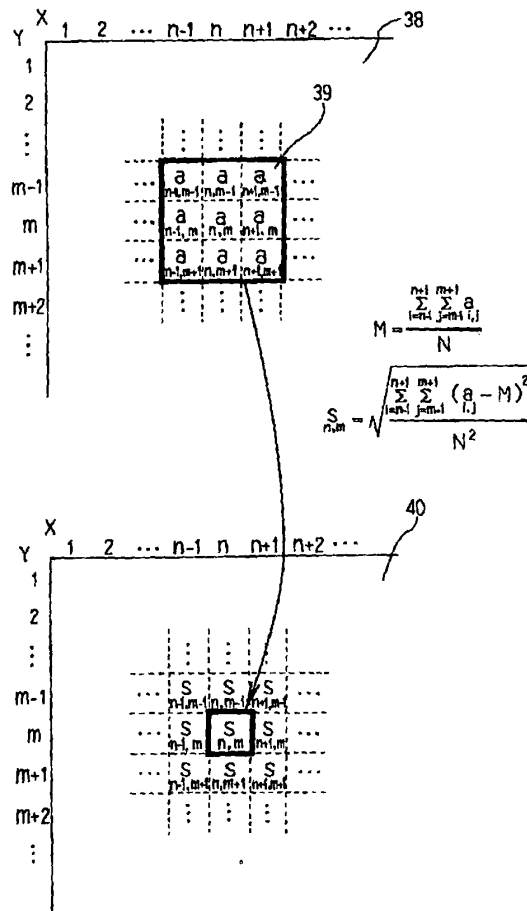




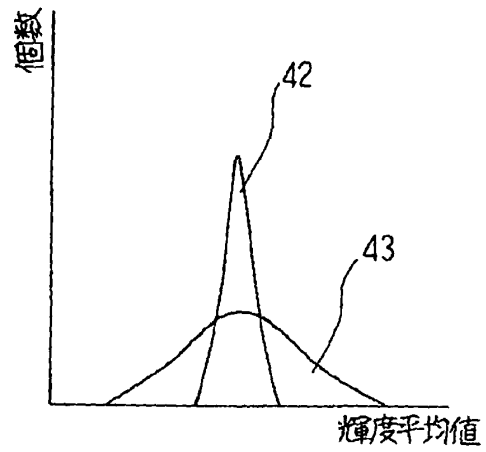
【図8】



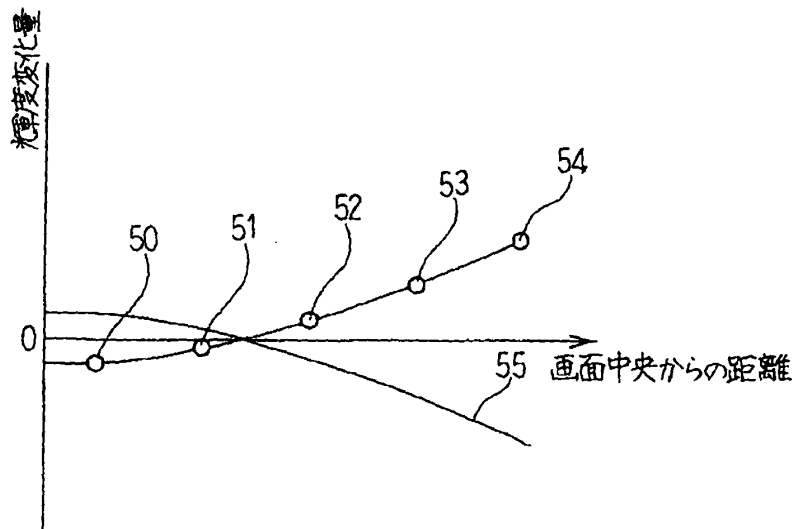
【図12】



【図14】

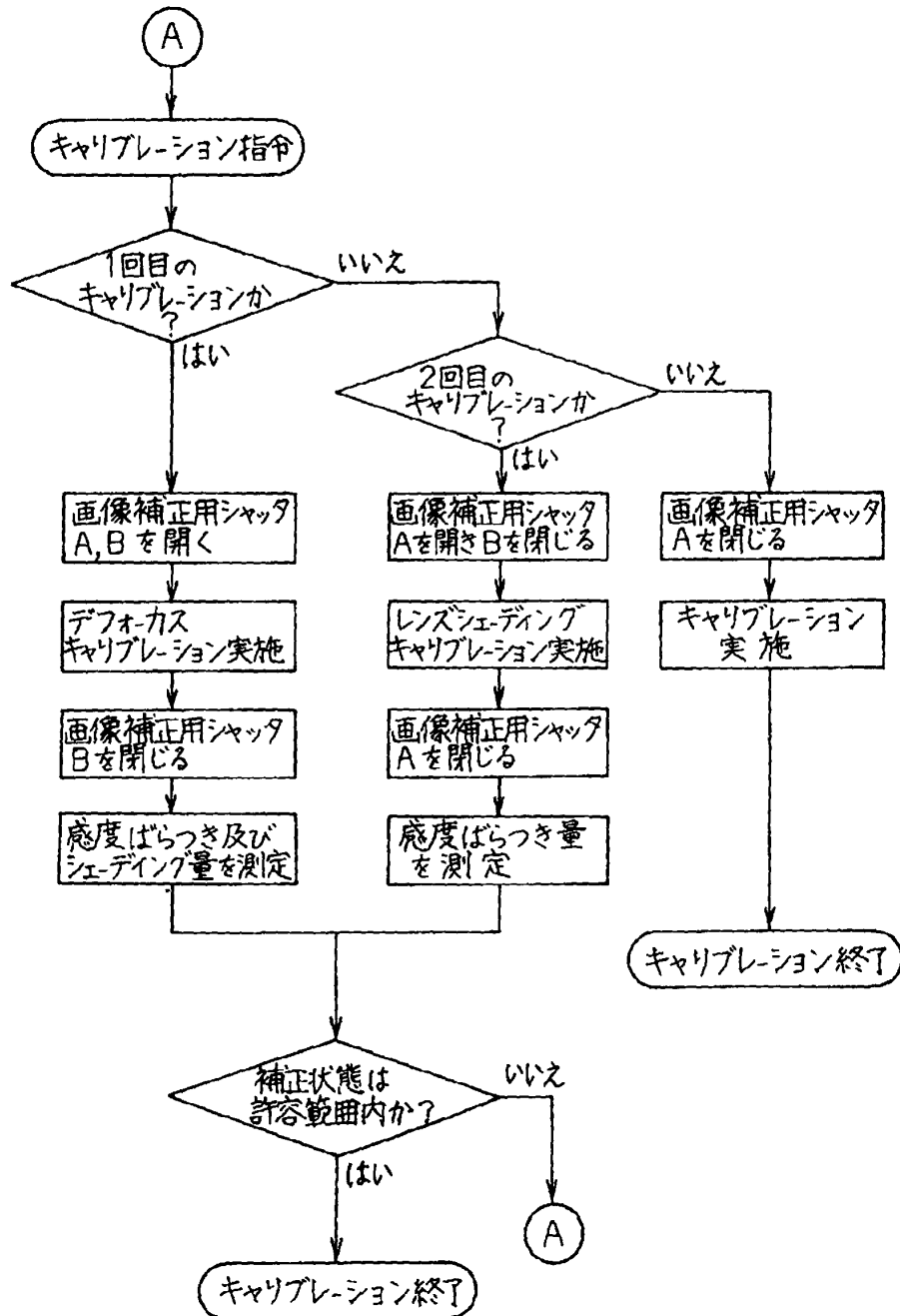


【図19】

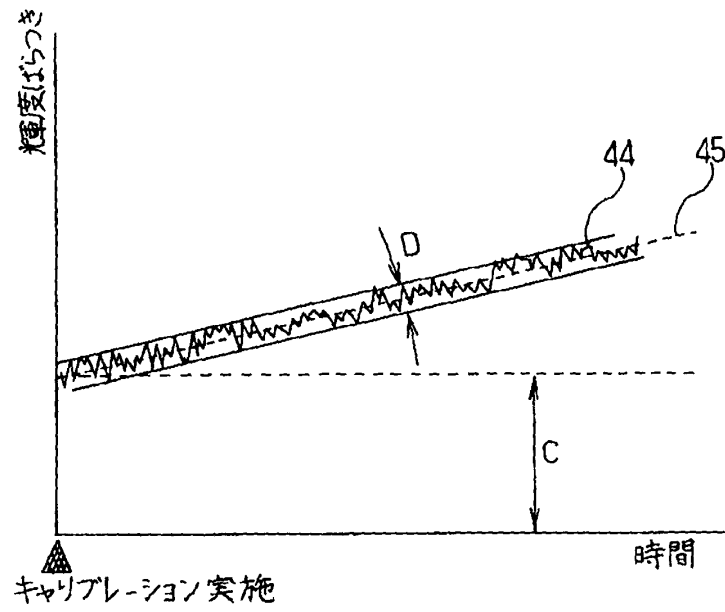




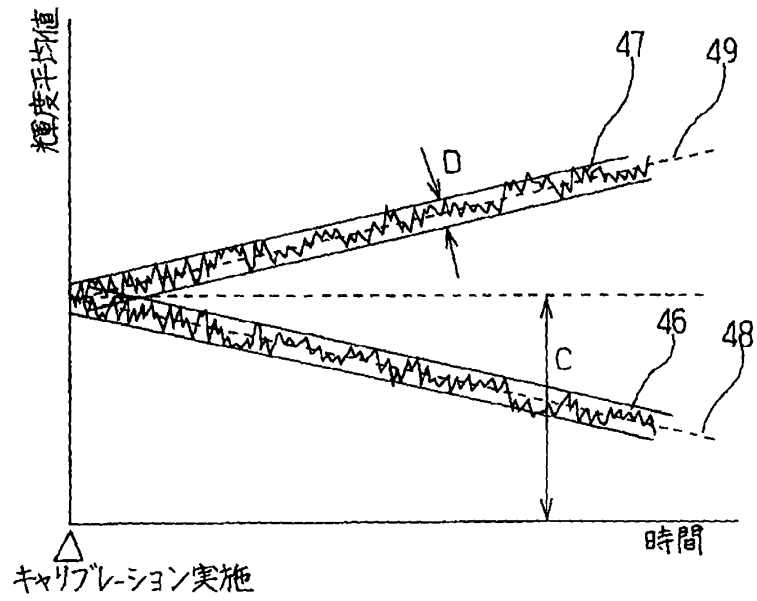
【図15】



【図16】



【図18】



【図20】

